

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-213444

(P2000-213444A)

(43) 公開日 平成12年8月2日(2000.8.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 P 5/15		F 0 2 P 5/15	B 3 G 0 2 2
F 0 2 D 21/06		F 0 2 D 21/06	3 G 0 9 2
F 0 2 M 27/02		F 0 2 M 27/02	A
33/00		33/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-17165

(22) 出願日 平成11年1月26日(1999.1.26)

(71) 出願人 000001236

株式会社小松製作所

東京都港区赤坂二丁目3番6号

(72) 発明者 若本 晃太郎

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(72) 発明者 山口 寛昌

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所研究所内

(74) 代理人 100071054

弁理士 木村 高久 (外1名)

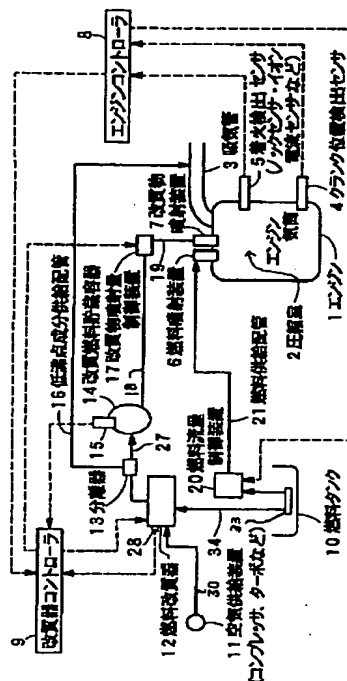
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エンジンの着火時期制御装置および方法

(57) 【要約】

【課題】 着火抑制物質をエンジンの運転条件に応じた必要な量だけエンジンに供給できるようにして所望の着火時期に燃料を着火させる。これにより希薄予混合自着火方式における早期自着火を防止する。

【解決手段】 燃料の一部が改質手段12によって着火抑制物質(アルデヒド類)に改質される。そしてこの改質された着火抑制物質が液状の着火抑制物質26にされて貯蔵手段14で貯蔵される。そして所望の着火時期に燃料が着火するために必要な量だけの液状の着火抑制物質26が、未改質の燃料とともに供給手段18、17、19、7によってエンジン1の圧縮室2内に供給される。



実施形態の構成例を示す図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンの圧縮室内に空気と燃料を供給し、これら空気と燃料の混合気を圧縮した所望の着火時期に前記燃料を着火させて燃焼を行うエンジンの着火時期を制御するエンジンの着火時期制御装置において、

前記燃料の一部を着火抑制物質に改質する改質手段と、前記改質された着火抑制物質を液状にして貯蔵する貯蔵手段と、

前記所望の着火時期に燃料が着火するために必要な量の液状の着火抑制物質を、未改質の燃料とともに前記圧縮室内に供給する供給手段とを具えたエンジンの着火時期制御装置。

【請求項2】 前記改質手段は、燃料の炭化水素を、部分酸化することによって着火抑制物質としてのアルデヒド類と水を生成するものであり、前記貯蔵手段は、前記改質手段で得られた水に前記アルデヒド類を溶解させることで着火抑制物質を液状にして貯蔵するものである請求項1記載のエンジンの着火時期制御装置。

【請求項3】 エンジンの圧縮室内に空気と燃料を供給し、これら空気と燃料の混合気を圧縮した所望の着火時期に前記燃料を着火させて燃焼を行うエンジンの着火時期を制御するエンジンの着火時期制御方法において、前記燃料の一部を着火抑制物質に改質する改質行程と、前記改質された着火抑制物質を液状にして貯蔵する貯蔵行程と、前記所望の着火時期に燃料が着火するために必要な量の液状の着火抑制物質を、未改質の燃料とともに前記圧縮室内に供給する供給行程とを具えたエンジンの着火時期制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はエンジンの圧縮室内に空気と燃料を供給し、これら空気と燃料の混合気を圧縮した所望の時期に燃料を着火させて燃焼を行うディーゼルエンジンなどのエンジンに関し、特にそのエンジンの着火時期を制御するエンジンの着火時期制御装置および制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】ディーゼルエンジンは、ガソリンエンジンに比較して熱効率に優れていて過酷な条件（高負荷連続運転）に耐えるなどの利点を有している。しかし一方で窒素酸化物 NO_x がガソリンエンジンの2～3倍程度排出されたり、すす（粒子状排出物）が排出されたりするなど排気が清浄ではなく、環境的に好ましくないなどの不利な点もある。

【0003】そこで本発明者らは熱効率を維持しつつ排気を清浄化する方法について研究を続けている。

【0004】ここに従来のディーゼルエンジンの燃焼は、ピストンによって圧縮した高温空气中に燃料を噴射させて燃料を燃焼させるというものである（従来燃焼方式）。しかしこの従来燃焼方式を採用すると、シリンダ内で局所的に燃焼温度が高くなり上述したように NO_x が大量に発生する。またシリンダ内で局所的に空気が不足して上述したようにすすが大量に発生してしまう。ここに従来は燃料の噴射を高圧にすることでこれら問題に対処していた。しかしこの燃料噴射の高圧化による方法には限界があることが明らかになった。

【0005】そこで近年つぎのような燃焼方法が考えられている。

【0006】すなわちピストンによる圧縮前（ピストンが下死点付近に位置している間）に、空気に対する燃料の比率が比較的少なくなるように燃料を空気とともにシリンダ内に吸入させる。これによって希薄な予混合気がシリンダ内に形成される。その後予混合気をピストンによって圧縮して、シリンダ内の温度を上昇させる。そして混合気が温度等の各パラメータにより定まる着火臨界条件を超えると、シリンダ内の圧縮室（燃焼室）全域にわたって燃料が自己着火することになる。なおこの燃焼方式を本明細書では「希薄予混合自着火方式」と呼ぶ。

【0007】上記希薄予混合自着火方式を採用するとき、予め空気と燃料を均一に混合させておくことができるので、シリンダ内の圧縮室（燃焼室）全域で均一に燃料が燃焼する。しかも空気に対する燃料の比率を少なくすることができ混合気を薄くすることができる。このため排出される NO_x を少なくすることができる。また均一に燃焼するため、すすの排出量を少なくすることができる。

【0008】しかしこの希薄予混合自着火方式を採用するときは、圧縮上死点前の早期に自着火してしまい燃焼が異常になりノッキングが発生し、これにより機関の熱効率の悪化や機関自体の損傷を引き起こすことが本発明者らによって明らかになった。しかも異常な燃焼とならずに安定した燃焼を引き起こす最適な着火時期の範囲が非常に狭いということも明らかになった。

【0009】したがって、早期自着火を起こさずに非常に狭い着火時期に正確に燃料を着火させることができる着火時期制御が必要となる。

【0010】そこでエンジンの早期自着火を防止する従来の方法を適用することが考えられる。その早期自着火防止の従来の方法の一つとして、「燃料となる炭化水素自体を燃えにくいものに改質する。」という方法がある。

【0011】この改質による方法については、燃料となる炭化水素をクラッキングにより低分子化して、低分子化した改質ガスを内燃機関に供給して自着火を抑制する方法が提案されている。

【0012】この種の技術として特表平6-50795

6号公報に掲載されたものがある。

【0013】この公報には、燃料を触媒によって接触分解し炭素数で3～5の炭素鎖の短いガス状の生成物にクラッキングしてこれをガスタービンに供給することで、燃料の着火性を低下させ、圧縮空気と燃料が十分に混合されるまでの時間内に燃料が着火することを防止するという発明が記載されている。

【0014】この公報記載の発明では定常運転の頻度が高く、生成物添加量を運転条件に応じて制御する必要性のないガスタービンを対象としている。

【0015】しかしこの発明をディーゼルエンジンやガソリンエンジンのように、自動車などの移動機械や中・小型発電機などの用途に用いられ運転条件が大きく変動する機関を対象とした場合には、運転条件に応じて生成物添加量をきめ細かく制御する必要がある。

【0016】すなわち接触分解による改質では化学反応の遅れ時間はエンジンの運転変動に比べてはるかに大きい。このためエンジンの運転条件に合わせて改質装置を制御することは事実上不可能である。つまり改質反応器でエンジンの運転条件に応じて反応条件を変化させガス状生成物の生成量を変化させる制御系を実現することは難しい。

【0017】そこで改質装置とエンジンの燃焼室との中間に改質物質たるガス状生成物を一旦蓄えておき運転条件に応じて燃焼室側へ必要量を添加する構成が必要となる。

【0018】しかしガス状生成物を定容の容器にバッファとして蓄えるように構成しようとすると、蓄積量の変動が容器内圧の変動につながるという問題が発生する。つまり蓄積量の変動が改質反応器の圧力変動につながるようになる。このため安定した改質操作ができなくなるおそれがある。

【0019】さらに蓄積したガス状生成物を必要量だけ添加するように構成しようとすると、変動する圧力源から精度よく必要な量のガスを取り出す制御が必要となる。この場合圧力調整器で調圧する制御か、質量式のガス流量検出器を使用する制御が必要となる。

【0020】前者の圧力調整器で調圧する制御を採用した場合には容器圧力を所定値以上に保持する必要がある。改質器などの圧力もそれに伴って高める必要がある。これを実現することは難しい。また後者の質量式のガス流量検出器を使用する制御を採用した場合には高コストを招くとともに、生成物の組成が変動した場合に対処できないという問題が発生する。

【0021】また特開平8-509043号公報には、燃料油から低分子量のガス状生成物を蒸留やクラッキングによって生成し、これをエンジン始動時に供給することでエンジン始動時に発生する多量のHC（ヒドロカーボン）排出物を低減させるという発明が記載されている。

【0022】しかしこの公報記載の発明は、エンジン始動時に一定量の改質物質たるガス状生成物を燃料に添加することを想定しており、エンジンの運転条件に応じて添加量を制御することを想定していない。この発明を、エンジンの運転条件に応じて必要な量を添加する場合に適用しようとすると、上記特表平6-507956号公報について述べたのと同様な問題が招来することになる。

【0023】さらにまた特開昭49-105025号公報には、燃料の一部を改質してガス状のアルデヒド類を生成し、これを燃料とは別経路で少量だけガソリンエンジンのシリンダ内に添加、供給して、燃焼室における火炎伝搬速度を向上させるという発明が記載されている。

【0024】しかしこの公報記載の発明も上述した公報記載の発明と同様に、ガス状の改質物を一定量だけ燃料に添加することを想定しており、エンジンの運転条件に応じて添加量を制御することを想定していない。この発明を、エンジンの運転条件に応じて必要な量を添加する場合に適用しようとすると、上記特表平6-507956号公報について述べたのと同様な問題が招来することになる。

【0025】以上のようにガス状の改質物質を一旦蓄え、蓄えた改質物質を運転条件に応じて、必要な添加量だけエンジンの燃焼室に供給するという制御を実現することは、従来の技術では困難である。

【0026】本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、たとえ着火を抑制する改質物質としてガス状の着火抑制物質が得られたとしても、この着火抑制物質をエンジンの運転条件に応じた必要な量だけエンジンに供給できるようにして所望の着火時期に着火させ、希薄予混合自着火方式における早期自着火を防止することを解決課題とするものである。

【0027】

【課題を解決するための手段および作用、効果】そこで本発明の第1発明は上記解決課題を達成するために、エンジンの圧縮室内に空気と燃料を供給し、これら空気と燃料の混合気を圧縮した所望の着火時期に前記燃料を着火させて燃焼を行うエンジンの着火時期を制御するエンジンの着火時期制御装置において、前記燃料の一部を着火抑制物質に改質する改質手段と、前記改質された着火抑制物質を液状にして貯蔵する貯蔵手段と、前記所望の着火時期に燃料が着火するために必要な量の液状の着火抑制物質を、未改質の燃料とともに前記圧縮室内に供給する供給手段とを具えたことを特徴とする。

【0028】また第2発明では、第1発明において、前記改質手段は、燃料の炭化水素を、部分酸化することによって着火抑制物質としてのアルデヒド類と水を生成するものであり、前記貯蔵手段は、前記改質手段で得られた水に前記アルデヒド類を溶解させることで着火抑制物質を液状にして貯蔵するものであることを特徴とする。

【0029】また第3発明では、エンジンの圧縮室内に空気と燃料を供給し、これら空気と燃料の混合気を圧縮した所望の着火時期に前記燃料を着火させて燃焼を行うエンジンの着火時期を制御するエンジンの着火時期制御方法において、前記燃料の一部を着火抑制物質に改質する改質行程と、前記改質された着火抑制物質を液状にして貯蔵する貯蔵行程と、前記所望の着火時期に燃料が着火するために必要な量の液状の着火抑制物質を、未改質の燃料とともに前記圧縮室内に供給する供給行程とを具えたことを特徴とする。

【0030】本発明は燃料の一部を改質し改質物質としてガス状の着火抑制物質（アルデヒド類）が得られた場合に、これを液状にして貯蔵すれば、エンジンの運転条件に応じた必要な量だけエンジンに供給する制御が安定して容易に行うことができるという点に着目してなされたものである。

【0031】第1発明によれば、図1、図4に示すように燃料の一部が改質手段12によって着火抑制物質（アルデヒド類）に改質される。そしてこの改質された着火抑制物質が液状の着火抑制物質26にされて貯蔵手段14で貯蔵される。

【0032】そして所望の着火時期に燃料が着火するために必要な量だけの液状の着火抑制物質26が、未改質の燃料とともに供給手段18、17、19、7によってエンジン1の圧縮室2内に供給される。

【0033】着火抑制物質を液状にして貯蔵すれば、安定して所望する量の着火抑制物質を制御することが可能となる。また液状であるので本来の未改質燃料（液体）と同様にして供給量の制御系を、既存の燃料噴射装置7等を用いて簡易な構造で容易に実現することができる。また低コストで装置を構築することができる。また液状であるので着火抑制物質の組成が変動した場合にも対処することができる。

【0034】この結果、着火抑制物質をエンジンの運転条件に応じた必要な量だけエンジンに供給できることが可能となり所望の着火時期に燃料が着火する。これにより希薄予混合着火方式における早期自着火が防止される。

【0035】また本発明を具体的に説明すれば、図5に示すように、着火抑制物質は、アルデヒド類（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$ ）とされる。

【0036】一般に混合気（燃料）の着火性は混合気（燃料）を構成する炭化水素の構造によって異なる。一般的に炭素鎖長の短い炭化水素を多く含む混合気は着火性が悪く、炭素鎖に分岐を持つものや芳香族炭化水素も着火性が悪い。

【0037】とりわけアルデヒド類は混合気（燃料）の着火時期を遅らせる効果があり、その中でもホルムアルデヒド（ HCHO ）はその効果が高い。

【0038】第2発明によれば、図5に示すように、燃

料の炭化水素（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CH}_3$ ）が、部分酸化反応により着火抑制物質としてのアルデヒド類（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$ ）と水（ H_2O ）になる。そしてこの反応で得られた水（ H_2O ）にアルデヒド類（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$ ）が溶解されることで着火抑制物質が液状にして貯蔵される。アルデヒド類とりわけ着火抑制効果の大きなホルムアルデヒド（ HCHO ）は水（ H_2O ）に溶解し易い。よって部分酸化反応によって生成された水蒸気を凝結させて液体にして、これにアルデヒド類を溶かすようにすれば、容易に液状の着火抑制物質を取得することができる。

【0039】また本発明を具体的に説明すれば、図5に示すように、燃料の炭化水素（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CH}_3$ ）が、部分酸化反応により着火抑制物質としてのアルデヒド類（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$ ）と水（ H_2O ）になる。そしてこの反応で得られた水（ H_2O ）にアルデヒド類（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$ ）が溶解されることで液状のアルデヒド類26とガス状の着火抑制物質（副反応で得られたクラッキング生成物等）25とに分離される（図4参照）。そして液状のアルデヒド類26が貯蔵される。

【0040】そして図1、図4に示すように液状のアルデヒド類26が貯蔵手段14を経由してエンジン1の圧縮室2内に供給されるとともにガス状の着火抑制物質25がエンジン吸気管3等を介して直接圧縮室2に供給される。

【0041】すなわちガス状の着火抑制物質25は貯蔵して添加量を制御することが難しいので、そのまま圧縮室2に供給され燃焼される。ガス状の着火抑制物質25によって着火の抑制効果が底上げされる。

【0042】着火の抑制効果が底上げされた後の残りの抑制分は、液状のアルデヒド類26の供給量を制御することで補われる。

【0043】また本発明を具体的に説明すれば、図5に示すように、燃料の炭化水素（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CH}_3$ ）が、部分酸化反応により着火抑制物質としてのアルデヒド類（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$ ）と水（ H_2O ）になる。そしてこの反応で得られた水（ H_2O ）にアルデヒド類（ $\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$ ）が溶解されることで着火抑制物質が液状にして貯蔵される。

【0044】そして図1、図4に示すように液状のアルデヒド類26と未改質の燃料とがそれぞれ異なる供給管（18、19）、21を経由してエンジン1の圧縮室2に供給される。

【0045】ここで液状のアルデヒド類26は水が主成分であり、未改質燃料は油が主成分である。したがってこれら水と油を混合してこれらの混合比が所定の割合となるように調整して圧縮室2に供給することは技術的に難しい。本発明によればこれら液状のアルデヒド類26（水）と未改質燃料（油）を分離して圧縮室2に供給す

るようにしたので、容易に両者の割合を調整して圧縮室2に供給することが可能となる。

【0046】また本発明を具体的に説明すれば、図1、図6に示すように、着火時期検出手段4、5によって着火時期 T_{cr} が検出される(図6のステップ104)。

【0047】そして供給手段18、17、19、7によって所望の着火時期 T_{ci} と検出された着火時期 T_{cr} との偏差がなくなるに必要な量の液状の着火抑制物質26が、未改質の燃料とともにエンジン1の圧縮室2内に供給される(図6のステップ105~107)。

【0048】この結果本発明によれば精度よく所望の着火時期に燃料を自己着火させることができる。

【0049】また本発明を具体的に説明すれば、図7に示すように、供給手段18'、22、23、6によって所望の着火時期に燃料が着火するに十分な量の液状の着火抑制物質26が、未改質の燃料とともにエンジン1の圧縮室2内に供給される。ここで「所望の着火時期に燃料が着火するに十分な量」とは、所望の着火時期以降に自己着火が発生する程度の量の量のことである。

【0050】そして、図7、図8に示すように、点火手段36によって、所望の着火時期になったときに圧縮室2内の混合気が点火される(図8のステップ205)。

【0051】この結果本発明によれば所望の着火時期に燃料を確実に着火(点火)させることができる。

【0052】第3発明は、上記第1発明の装置の発明を方法の発明に置換したものである。

【0053】なお本発明が適用されるエンジンは、引火点の低い燃料を使用し圧縮熱によって燃料を着火させるディーゼルエンジンに限らず、引火点の高い燃料を使用し火花点火により燃料を着火させるガソリンエンジンにも適用可能である。要は、圧縮の過程で早期自着火が起こり得るエンジンに適用することができる。

【0054】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明に係るエンジンの着火時期制御装置および方法の実施形態について説明する。

【0055】なお本実施形態ではディーゼルエンジンを想定しているが、ガソリンエンジンに適用することができる。すなわち筒内噴射式ガソリンエンジンなど、エンジンの圧縮室内に空気と燃料を供給し、これら空気と燃料の混合気を圧縮した所望の時期に燃料を着火させて燃焼を行うエンジンであれば任意に適用可能である。

【0056】図1は実施形態のエンジンの着火時期制御装置の構成例を示す。

【0057】すなわち同図1に示すように、このエンジンの着火時期制御装置は、大きくはエンジン1と、燃料の一部を改質して着火抑制(改質)物質(アルデヒド類)を生成する燃料改質器12と、上記改質された着火抑制物質を液状にして貯蔵する改質燃料貯蔵容器14と、エンジン1の運転状態を監視してその結果に基づき

未改質の燃料の供給流量を制御するとともに改質器コントローラ9に改質物質の未改質燃料に対する添加量を指示する信号を出力するエンジンコントローラ8と、改質物質の生成量および貯蔵残量を監視してこの監視結果とエンジンコントローラ8から入力された信号とに基づいて燃料改質器12に改質反応を制御する制御信号を出力するとともに改質物噴射量制御装置17に改質物質の噴射量(添加量)を指示する制御信号を出力する改質器コントローラ9と、エンジンコントローラ8から出力される制御信号に基づいて未改質の燃料の供給量を制御する燃料流量制御装置20と、改質器コントローラ9から出力される制御信号に基づいて上記液状の改質物質の供給量を制御する改質物噴射量制御装置17とから構成されている。

【0058】すなわちエンジン1は、シリンダと、シリンダ内に摺動自在に配設され、シリンダ内を上下に往復移動するピストンとから構成されている。ピストンの上部のシリンダ室が圧縮室2を構成する。圧縮室2はピストンによって混合気が圧縮される室でもあり、混合気中の燃料が燃焼する燃焼室でもある。シリンダ内で燃焼された後の排気ガスは排気管路を介して外気に排出される。なお本実施形態ではレシプロエンジンを想定しているがロータリエンジンにも適用可能である。

【0059】エンジン1には空気を供給する吸気管3が設けられている。この吸気管3を介して圧縮室2内に空気が供給される。

【0060】一方燃料タンク10にはエンジン1の燃料($CH_3-C_nH_{2n}-CH_3$)が貯留されている(図5参照)。燃料タンク10内の燃料は燃料フィードポンプ33によって吸い込まれ噴射流量制御装置20に吐出される。燃料流量制御装置20からは所定流量の燃料が燃料供給配管21を経由して燃料噴射装置6に送られる。

【0061】燃料噴射装置6は噴射ノズルを介してエンジン1のシリンダ内に燃料を噴射し、燃料を霧化した状態で供給する。

【0062】こうして燃料噴射装置6から、上記空気に対して所定の比率をもって燃料が圧縮室2内に供給される。こうして比較的薄い混合気が圧縮室2内で形成される。

【0063】なおこの実施形態では空気と燃料を異なる供給管路を介してシリンダ内に供給しシリンダ内にて混合気を形成しているが、シリンダに導入前に空気と燃料を混合して混合気を形成した後この混合気をシリンダ内に吸入させてもよい。要するに前述した希薄予混合着火方式によって燃焼が行われるのであれば燃料、空気の供給の仕方は任意である。

【0064】本実施形態では、改質物噴射装置7から未改質燃料に対して所定の比率をもって液状の改質物質(アルデヒド類などの着火抑制物質)が圧縮室2内に供給される。これについては後述する。

【0065】エンジン1にはエンジン1のクランクシャフトの回転位置(クランク角度)を検出するクランク回転位置検出センサ4が設けられている。このクランク回転位置検出センサ4で検出されたクランク角度を示す信号はエンジンコントローラ8に出力される。エンジンコントローラ8ではクランク回転位置検出センサ4の逐次の検出値に基づいてエンジン1の実際のエンジンスピード(エンジン回転数) $N(r.p.m)$ が演算される。

【0066】エンジン1には圧縮室2内で燃料が着火したことを検出する着火検出センサ5が設けられている。着火検出センサ5としてはたとえば圧縮室2内の圧力波の特定の周波数成分を検出することでノッキングを検出するノックセンサを使用することができる。また圧縮室2内の混合気中存在するイオン電流を検出するイオン電流センサを使用することができる。この着火検出センサ5から着火されたことを示す着火検出信号がエンジンコントローラ8に出力される。

【0067】エンジンコントローラ8は各センサ5、4から入力された着火検出信号とクランク角度検出信号を読み込み、これらから圧縮室2で燃料が実際に着火されたときのクランク角度つまり実着火時期 T_{cr} を算出する。

【0068】燃料タンク10内の燃料は燃料フィードポンプ33によって吸い込まれ燃料改質器12に吐出される。

【0069】燃料改質器12を中心とした改質反応器40は図4に示すように構成されている。

【0070】すなわち同図4に示すように改質反応器40は燃料改質器12と分離器13とを一体にしたタンクを中心にして構成されている。

【0071】燃料フィードポンプ33から燃料が配管34を介して改質反応器40の燃料改質器12に供給される。配管34にはレギュレータバルブ31およびストップバルブ32が配設されている。レギュレータバルブ31は配管34内の燃圧を一定圧にするために設けられている。またストップバルブ32は後述する再生操作を行う際に閉じられるバルブである。

【0072】こうして再生操作時以外は基本的には一定流量の燃料が燃料改質器12に送られる。

【0073】また燃料を酸化するために燃料改質器12に空気が導入される。空気圧力源11としてエンジン1に付設されているコンプレッサやターボ過給器のブースト圧を利用することができる。空気圧力源11で発生した高圧の空気は配管30を介して燃料改質器12に供給される。配管30には電磁比例制御バルブ29が設けられている。

【0074】燃料改質器12に導入された燃料と空気はヒータ35によって加熱昇温され触媒層24に供給される。触媒層24における改質触媒としては燃料炭化水素からアルデヒド類を部分酸化によって生成することがで

きる触媒が用いられる。具体的には、アルミとホウ素の複酸化物を用いることができる。触媒はペレット状に配置されている。なお振動が加えられる場合には多孔質セラミックあるいはハニカム体に担持させてもよい。触媒層24には触媒の温度を検出する触媒温度センサ28が設けられている。触媒温度センサ28の検出信号は改質器コントローラ9に出力される。

【0075】改質器コントローラ9は、触媒温度を示す検出信号をフィードバック信号として触媒温度が所望の温度となるように電磁比例制御バルブ29に対して指令電流を送出する。このため指令電流に応じた開度となるように電磁バルブ29が付勢されバルブ開度が変化される。この結果燃料改質器12に供給される空気流量が変化され、触媒温度が所望の温度となり燃料改質器12における改質反応(酸化反応)が制御される。たとえば空気流量が大きくなることで酸化反応が促進され触媒温度が大きくなる。あるいは後述するように再生操作が制御される。

【0076】触媒層24の後段には改質により得られた着火抑制物質を液状生成物26とガス状生成物25とに気液分離する分離器13が設けられている。本実施形態では、燃料改質器12と分離器13とを一体に形成しているが、これらを別体に設けるように構成してもよい。

【0077】分離器13で分離されたガス状生成物25は貯蔵することが難しいため、貯蔵されることなくそのままガス状生成物配管(低沸点成分供給配管)16を経由してエンジン1の吸気管3へ供給され圧縮室2内で燃焼される。

【0078】一方貯蔵が容易な液状生成物26は液状生成物配管27を経由して改質燃料貯蔵容器(タンク)14に供給されこの改質燃料貯蔵容器14で液状生成物26が一旦貯蔵される。改質燃料貯蔵容器14内の貯蔵残量はセンサ15で検出されその検出信号が改質器コントローラ9に送られる。改質器コントローラ9はセンサ15の検出信号をフィードバック信号として貯蔵容器14内の貯蔵量が所望量に維持されるように燃料改質器12の電磁比例制御バルブ29に対して制御信号を出力する。

【0079】エンジンコントローラ8は、後述するようにエンジン1の運転条件に応じて、所望する目標着火時期(上死点付近)に燃料が着火するために必要な液状着火抑制物質26の未改質燃料に対する添加量を求める。そして改質器コントローラ9は、この添加量の液状着火抑制物質26がエンジン1の圧縮室2内に供給されるように改質物噴射量制御装置17に対して噴射量制御信号を出力する。このため必要な添加量の液状着火抑制物質26が配管18、改質物噴射量制御装置17、配管19、改質物噴射装置7を介してエンジン1の圧縮室2内に供給される。

【0080】すなわち本実施形態では着火時期の制御

は、液状の着火抑制物質 26 の未改質燃料に対する添加量を制御することによって行われる。

【0081】ガス状の着火抑制物質 25 については制御なしでそのままエンジン 1 の圧縮室 2 に供給される。ここでエンジン始動時などエンジン 1 の燃焼が安定しない時期にガス状の着火抑制物質 25 が圧縮室 2 内にそのまま添加されたとすると始動不良を招き望ましくない。

【0082】しかしエンジン 1 の始動時には燃料改質器 12 で改質操作が行われなためガス状着火抑制物質 25 は圧縮室 2 に供給されることはなく始動不良になるという事態は発生しない。

【0083】以下図 5 を参照して燃料改質器 12、分離器 13 で行われる反応について説明する。

【0084】同図 5 に示すように、燃料改質器 12 では、燃料の炭化水素 ($\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CH}_3$) が、部分酸化反応により着火抑制物質としてのアルデヒド類 ($\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$) と水 (H_2O) になる。

【0085】一般に混合気 (燃料) の着火性は混合気 (燃料) を構成する炭化水素の構造によって異なる。一般的に炭素鎖長の短い炭化水素を多く含む混合気は着火性が悪く、炭素鎖に分岐を持つものや芳香族炭化水素も着火性が悪い。

【0086】とりわけアルデヒド類は混合気 (燃料) の着火時期を遅らせる効果があり、その中でもホルムアルデヒド (HCHO) はその効果が高い。本実施形態によれば燃料の炭化水素から着火抑制効果の高いアルデヒド類を改質によって取得することができる。

【0087】そして分離器 13 では、改質生成物が冷却され上記改質反応で得られた水 (H_2O) が凝結される。そしてガス状のアルデヒド類 ($\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$) がこの凝結水に溶解されることで液状のアルデヒド類 26 とガス状の生成物 25 とに分離される。ここでガス状の生成物 25 とは図 5 に示すように副反応で得られたクラッキング生成物等のことであり分子量が小さいため着火抑制効果を備えている。

【0088】そして改質物貯蔵容器 (タンク) 14 では、上記反応で得られた水 (H_2O) にアルデヒド類 ($\text{CH}_3-\text{C}_n\text{H}_{2n}-\text{CHO}$) が溶解された状態でつまり液状の着火抑制物質 26 となって貯蔵されることになる。

【0089】ここでアルデヒド類とりわけ着火抑制効果の大きなホルムアルデヒド (HCHO) は水 (H_2O) に溶解し易い。よって部分酸化反応によって生成された水蒸気を凝結させて液体にして、これにアルデヒド類を溶かすようにすれば、容易に液状の着火抑制物質を取得することができる。したがって気液分離器 13 における温度は水の露点以下であることが必要である。溶解度を考慮すればできる限り冷却することが望ましい。たとえば分離器 13 の温度は 50°C 以下に設定される。

【0090】このように本実施形態では着火抑制物質を

液状にして貯蔵するようにしている。このため安定して着火抑制物質の添加量の制御を行うことができる。また液状であるので本来の燃料 (液体) と同様にして供給量の制御系を、既存の燃料噴射装置 7 等を用いて簡易な構造で容易に実現することができる。また低コストで装置を構築することができる。また液状であるので着火抑制物質の組成が変動した場合にも対処することができる。

【0091】この結果、着火抑制物質をエンジン 1 の運転条件に応じた必要な量だけエンジン 1 に供給できることが可能となり目標着火時期に燃料が着火する。これにより希薄予混合自着火方式における早期自着火が防止される。

【0092】また本実施形態では液状のアルデヒド類 26 以外に着火抑制効果を有するガス状生成物 25 を、吸気管 3 を介して直接圧縮室 2 に供給するようにしている。

【0093】このようにガス状の着火抑制物質 25 は貯蔵して添加量を制御することが難しいので、そのまま圧縮室 2 に供給され燃焼される。これにより着火の抑制効果が底上げされる。そして着火の抑制効果が底上げされた後の残りの抑制分は、液状のアルデヒド類 26 の供給量を制御することで補われる。

【0094】また図 1 に示すように本実施形態では、液状のアルデヒド類 26 と未改質の燃料とをそれぞれ異なる供給配管 (18、19)、21 を経由させて別経路でエンジン 1 の圧縮室 2 に供給させるように構成されている。

【0095】ここで液状のアルデヒド類 26 は水が主成分であり、未改質燃料は油が主成分である。したがってこれら水と油を混合してこれらの混合比が所定の割合となるように調整して圧縮室 2 に供給することは技術的に難しい。本実施形態によればこれら液状のアルデヒド類 26 (水) と未改質燃料 (油) とを分離して圧縮室 2 に供給するようにしたので、容易に両者の割合を調整して圧縮室 2 に供給することが可能となる。

【0096】以下図 1 に示すエンジンコントローラ 8 および改質器コントローラ 9 で行われる着火制御の処理内容について図 6 に示すフローチャートを併せ参照しつつ説明する。

【0097】まずエンジンコントローラ 8 では、クランク位置検出センサ 4 から出力される検出クランク角度信号に基づいてエンジンスピード N が算出される。またエンジンコントローラ 8 からは燃料流量制御装置 20 に対して燃料噴射量を指示する制御信号を出力している。よって現在の燃料噴射量 (平均有効圧 P (kg/cm^2)) を取得することができる (ステップ 101)。

【0098】つぎにこうして取得されたエンジン 1 の現在の運転条件 (エンジンスピード N 、平均有効圧 P) に対応する目標着火時期 T_{ci} が算出される。具体的には図 9 に示すように運転条件に対応する目標着火時期 T_{ci} を

求めるマップが予め用意されており、このマップから目標着火時期 T_{ci} が読み取られる。なお図9に示す内容をデータテーブルの形式で記憶させるようにしてもよく、また運転条件から目標着火時期 T_{ci} を演算する演算式を記憶させるようにしておいてもよい。

【0099】図9において横軸はエンジンスピード N であり縦軸は平均有効圧 P （燃料噴射量）を示している。 T はエンジン1のトルクを示すトルクカーブである。各ライン a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 はそれぞれ目標着火時期 T_{ci} として同じ値であることを示すラインである。 a_1 が着火時期として最も遅くなるラインであり、 a_1 から a_2 へ、 a_2 から a_3 へ、 a_3 から a_4 へ、 a_4 から a_5 へ、 a_5 から a_6 へ、 a_6 から a_7 へ移行するほど着火時期として早くなる。そして a_7 が着火時期として最も早くなるラインである。

【0100】よってエンジンスピード N 、平均有効圧 P に対応するライン a を読み取ることで目標着火時期 T_{ci} が求められる（ステップ102）。

【0101】つぎにエンジンコントローラ8は着火検出センサ5、クランク位置検出センサ4から入力された着火検出信号とクランク角度検出信号を読み込み（ステップ103）、これら検出信号から圧縮室2で燃料が実際に着火されたときのクランク角度つまり実着火時期 T_{cr} を算出する（ステップ104）。

【0102】つぎにステップ102で得られた目標着火時期 T_{ci} とステップ104で得られた実着火時期 T_{cr} との偏差が算出され（ステップ105）、目標着火時期 T_{ci} と実着火時期 T_{cr} との偏差がなくなるに必要な液状着火抑制物質26の添加量つまり目標着火時期 T_{ci} で自己着火するに必要な液状着火抑制物質26の添加量が演算される（ステップ106）。

【0103】エンジンコントローラ8から改質器コントローラ9に対して、上記演算された液状着火抑制物質26の未改質燃料に対する添加量を指示する信号が出力される。これに応じて改質器コントローラ9は上記添加量分の液状着火抑制物質26がエンジン1の圧縮室2内に供給されるように改質物噴射量制御装置17に対して制御信号を出力する。このため貯蔵容器14から配管18、19を介して上記演算された添加量の液状着火抑制物質26がエンジン1の圧縮室2内に供給される。この結果エンジン1の圧縮室2内で精度よく目標着火時期 T_{ci} に燃料が自己着火する。

【0104】ところで図5に示すように改質反応にはさまざまな副反応がある。副反応のひとつに重合によるコーキングがある。コーキングが発生すると、図4に示す改質反応器40内の改質触媒24の表面に炭素分が析出してしまい触媒の機能が損なわれ改質反応が良好に行われなくなる。そこで触媒表面に付着したコーキング炭素分を燃焼させることによって触媒表面から消失させるという改質触媒の再生操作が必要となる。

【0105】改質器コントローラ9ではかかる再生操作が行われる。

【0106】改質器コントローラ9では、エンジンコントローラ8から送出されてくるエンジン運転条件（エンジンスピード N 、燃料噴射量）と、改質物質26の未改質燃料に対する添加量と、センサ15で検出される貯蔵容器14内の改質物質26の残量とに基づいて、再生操作を行うか否かが判断される。

【0107】再生操作を行うと判断された場合には、図4に示すように燃料供給配管34上のストップバルブ32を閉状態にするための制御信号が当該ストップバルブ32に出力される。これにより燃料改質器12に対する燃料の供給が停止される。

【0108】一方でヒータ35で発生する熱量を増加させるように改質器コントローラ9はヒータ35に投入する電力を制御する。

【0109】この結果空気供給配管30を介して燃料改質器12に導入される空気が加熱され、この加熱された空気が触媒層24に向け上昇する。そしてこの加熱空気によって触媒表面のコーキング炭素分が焼き切れ消失される。

【0110】以上の再生操作の内容である。

【0111】なお再生操作は触媒の熱劣化を避けつつコーキング炭素分を焼き切るように行うことが望ましい。なおまた再生操作はエンジン1の始動時に定期的に行うようにしてもよい。

【0112】図1に示す構成に対しては種々の変形が可能である。以下図1と同一の符号については同一の要素であるとしてそれらについての重複した説明は省略する。図1の実施形態と異なる部分についてのみ説明する。

【0113】図1の代わりに図2に示すように構成してもよい。

【0114】図2に示す着火時期制御装置では、図1でエンジン1の圧縮室2に配設されていた改質物噴射量装置7が、エンジン1の吸気管3に配設される。

【0115】すなわち液状改質物質26が改質物噴射量制御装置17から配管19'を介して吸気管3に設けられた改質物噴射装置7'に供給され改質物質26が吸気管3内に噴射される。そして吸気管3を経由して改質物質26が圧縮室2内に供給される。

【0116】この図2に示す実施形態によれば、改質物噴射装置7'を、高圧となる圧縮室2ではなくて低圧となる吸気管3に設けるようにしたので、低圧用の安価な噴射装置を使用することが可能となる。

【0117】また図1の代わりに図3に示すように構成してもよい。

【0118】図1に示す着火時期制御装置では、液状のアルデヒド類26と未改質の燃料とをそれぞれ異なる供給配管（18、19）、21を経由させて別経路でエン

ジン 1 の圧縮室 2 に供給させるように構成されていたのに対して、図 3 に示す着火時期制御装置では、液状のアルデヒド類 26 と未改質の燃料とを同一の供給配管 23 でエンジン 1 の圧縮室 2 に供給させるように構成されている。

【0119】すなわち液状改質物質 26 は貯蔵容器 14 から配管 18' を介して混合器 22 に送られる。一方未改質の燃料は燃料流量制御装置 20 から燃料供給配管 21' を介して混合器 22 に送られる。混合器 22 では、液状改質物質 26 と未改質燃料とが所定の割合で混合される。この混合割合は、混合器 22 に付設された調量弁 22a により調整される。目標着火時期 T_{ci} に着火するのに必要な混合割合（改質物質の添加量）が求められ、改質器コントローラ 9 は調量弁 22a に対してこの混合割合で混合させるための制御信号を出力する。

【0120】こうして混合気 22 からは所定の割合で混合された液状改質物質 26 と未改質燃料が出力され配管 23 を介して燃料噴射装置 6 に供給され燃料噴射装置 6 により圧縮室 2 内に噴射される。

【0121】この図 3 に示す実施形態によれば、液状改質物質 26 と未改質燃料とを所定の割合で混合して同一の燃料噴射装置 6 により圧縮室 2 内に供給するようにしているので、液状改質物質 26 専用の噴射装置 7（図 1）の配設を省略することができる。

【0122】上述した実施形態では自己着火により目標着火時期に混合気（燃料）を着火させるようにしているが、つぎに自己着火ではなく点火により目標着火時期に確実に着火させることができる実施形態について説明する。

【0123】図 7 は着火補助装置（点火プラグなど）36 を用いて点火により着火を補助する実施形態を示している。

【0124】図 7 の装置構成は、基本的には図 3 に示す実施形態と同じである。ただし着火検出センサ 5 の配設が省略される。また圧縮室 2 に着火補助装置 36 たとえば点火プラグ 36 が配設される。エンジンコントローラ 8 から着火信号が点火プラグ 36 に出力され、これに応じて点火プラグ 36 の電極間で火花が発生し、圧縮室 2 内の混合気が点火される。

【0125】以下図 7 に示すエンジンコントローラ 8 および改質器コントローラ 9 で行われる着火制御の処理内容について図 8 に示すフローチャートを併せ参照しつつ説明する。

【0126】まずエンジンコントローラ 8 では、クランク位置検出センサ 4 から出力されるクランク角度検出信号に基づいてエンジンスピード N が算出される。またエンジンコントローラ 8 からは燃料流量制御装置 20 に対して燃料噴射量を指示する制御信号を出力している。よって現在の燃料噴射量（平均有効圧 P （ kg/cm^2 ））を取得することができる（ステップ 201）。

【0127】つぎにこうして取得されたエンジン 1 の現在の運転条件（エンジンスピード N 、平均有効圧 P ）に対応する改質物質 26 の目標添加量（着火抑制改質物質 26 の未改質燃料に対する混合割合）および目標着火時期 T_{ci} が算出される。目標着火時期 T_{ci} の算出方法は図 9 で説明したのと同様であるので説明は省略する。

【0128】ここで「目標添加量」とは目標着火時期 T_{ci} に燃料が着火するに十分な量のことであり、「目標着火時期 T_{ci} に燃料が着火するに十分な量」とは、目標着火時期 T_{ci} 以降に自己着火が発生する程度の量のことであり、つまり本実施形態では目標着火時期 T_{ci} 以降に自己着火が起きるように着火を完全に抑制している。

【0129】改質物質 26 の目標添加量の算出方法はつぎのとおりである。

【0130】すなわち図 10 に示すように図 9 と同様に運転条件に対応する目標添加量を求めるマップが用意されており、このマップから目標添加量が読み取られる。なお図 10 に示す内容をデータテーブルの形式で記憶させるようにしてもよく、また運転条件から目標添加量を演算する演算式を記憶させるようにしておいてもよい。

【0131】図 10 において横軸はエンジンスピード N であり縦軸は平均有効圧 P （燃料噴射量）を示している。T はエンジン 1 のトルクを示すトルクカーブである。各ライン b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 、 b_5 、 b_6 はそれぞれ目標添加量として同じ値であることを示すラインであり、 b_1 が目標添加量として最も少なくなるラインであり、 b_1 から b_2 へ、 b_2 から b_3 へ、 b_3 から b_4 へ、 b_4 から b_5 へ、 b_5 から b_6 へ移行する目標添加量として多くなる。そして b_6 が目標添加量として最も多くなるラインである。

【0132】よってエンジンスピード N 、平均有効圧 P に対応するライン b を読み取ることで目標添加量が求められる（ステップ 202）。

【0133】つぎにエンジンコントローラ 8 から改質器コントローラ 9 に対して、上記求められた液状着火抑制改質物質 26 の未改質燃料に対する目標添加量を指示する信号が出力される。これに応じて改質器コントローラ 9 は上記目標添加量の液状着火抑制改質物質 26 がエンジン 1 の圧縮室 2 内に供給されるように混合気 22 の調量弁 22a に対して制御信号を出力する。このため混合気 22 から配管 23、燃料噴射装置 6 を介して上記求められた目標添加量の着火抑制物質 26 がエンジン 1 の圧縮室 2 内に供給される（ステップ 203）。

【0134】つぎにエンジンコントローラ 8 はクランク位置検出センサ 4 から入力されたクランク角度検出信号を読み込み（ステップ 204）、この検出されたクランク角度と上記ステップ 202 で取得された目標着火時期 T_{ci} （目標クランク角度）とを逐次比較する。

【0135】そして現在のクランク角度が目標着火時期

Tci (目標クランク角度) に到達した時点で、エンジンコントローラ 8 は点火プラグ 3 6 に対して着火信号を出力する。これに応じて点火プラグ 3 6 の電極間で火花が発生し、圧縮室 2 内の混合気が点火される。この結果混合気 (燃料) は目標着火時期 Tci で早期自己着火することなく確実に着火される。

【0136】なおエンジン 1 の最適な着火時期は、エンジンの回転数、燃料噴射量だけではなく、冷却水温度、吸入空気温度、吸入空気圧力などのパラメータによっても変化する。そこでこれらのパラメータをさらに考

慮して目標着火時期を定めることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】図 1 は実施形態の構成例を示す図である。

【図 2】図 2 は図 1 の構成の変形例を示す図である。

【図 3】図 3 は図 1 の構成の変形例を示す図である。

【図 4】図 4 は改質反応器の構成例を示す図である。

【図 5】図 5 は実施形態の主要な改質反応を説明する図である。

【図 6】図 6 は図 1 に示す装置で行われる着火制御の手

順を示す図である。

【図 7】図 7 は図 3 の構成の変形例を示す図である。

【図 8】図 8 は図 7 に示す装置で行われる着火制御の手順を示す図である。

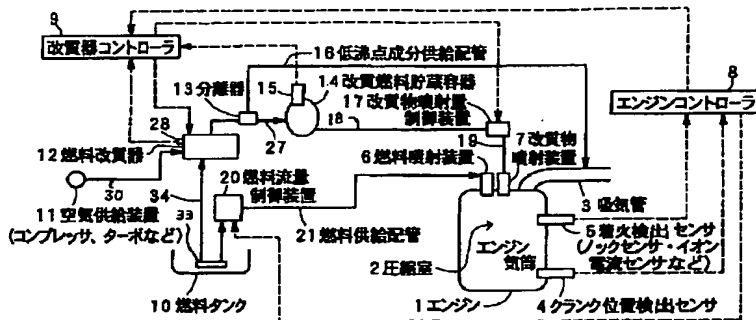
【図 9】図 9 は目標着火時期を求めるマップを示す図である。

【図 10】図 10 は着火抑制改質物質の未改質燃料に対する目標添加量 (供給割合) を求めるマップを示す図である。

【符号の説明】

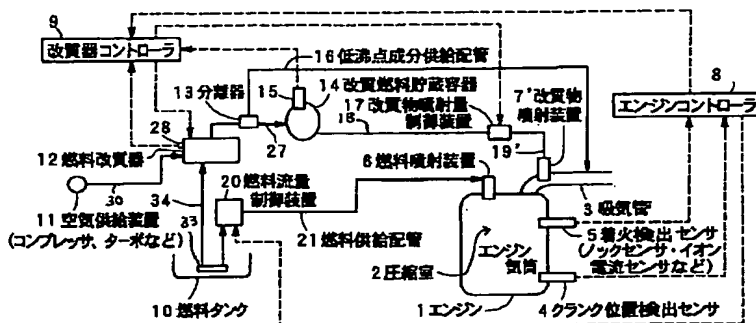
- 1 エンジン
- 2 圧縮室
- 6 燃料噴射装置
- 7 改質物噴射装置
- 8 エンジンコントローラ
- 9 改質器コントローラ
- 12 燃料改質器
- 13 分離器
- 14 改質燃料貯蔵容器
- 15 改質物貯蔵容器
- 16 低沸点成分供給配管
- 17 改質物噴射量制御装置
- 18 改質物供給配管
- 19 改質物噴射装置
- 20 燃料流量制御装置
- 21 燃料供給配管
- 22 燃料改質器
- 23 燃料改質器
- 24 燃料改質器
- 25 燃料改質器
- 26 燃料改質器
- 27 燃料改質器
- 28 燃料改質器
- 29 燃料改質器
- 30 燃料改質器
- 31 燃料改質器
- 32 燃料改質器
- 33 燃料改質器
- 34 燃料改質器
- 35 燃料改質器
- 36 燃料改質器
- 37 燃料改質器
- 38 燃料改質器
- 39 燃料改質器
- 40 燃料改質器
- 41 燃料改質器
- 42 燃料改質器
- 43 燃料改質器
- 44 燃料改質器
- 45 燃料改質器
- 46 燃料改質器
- 47 燃料改質器
- 48 燃料改質器
- 49 燃料改質器
- 50 燃料改質器
- 51 燃料改質器
- 52 燃料改質器
- 53 燃料改質器
- 54 燃料改質器
- 55 燃料改質器
- 56 燃料改質器
- 57 燃料改質器
- 58 燃料改質器
- 59 燃料改質器
- 60 燃料改質器
- 61 燃料改質器
- 62 燃料改質器
- 63 燃料改質器
- 64 燃料改質器
- 65 燃料改質器
- 66 燃料改質器
- 67 燃料改質器
- 68 燃料改質器
- 69 燃料改質器
- 70 燃料改質器
- 71 燃料改質器
- 72 燃料改質器
- 73 燃料改質器
- 74 燃料改質器
- 75 燃料改質器
- 76 燃料改質器
- 77 燃料改質器
- 78 燃料改質器
- 79 燃料改質器
- 80 燃料改質器
- 81 燃料改質器
- 82 燃料改質器
- 83 燃料改質器
- 84 燃料改質器
- 85 燃料改質器
- 86 燃料改質器
- 87 燃料改質器
- 88 燃料改質器
- 89 燃料改質器
- 90 燃料改質器
- 91 燃料改質器
- 92 燃料改質器
- 93 燃料改質器
- 94 燃料改質器
- 95 燃料改質器
- 96 燃料改質器
- 97 燃料改質器
- 98 燃料改質器
- 99 燃料改質器
- 100 燃料改質器
- 101 エンジン速度
- 102 目標着火時期 Tci 算出 (マップからの読み込み)
- 103 着火信号・クランク角度信号読み込み (センサより)
- 104 実着火時期 (クランク角度) TCr 算出
- 105 TCI と TCr のズレ算出
- 106 改質物の添加量計算
- 107 改質物流量制御器へ制御信号出力

【図 1】



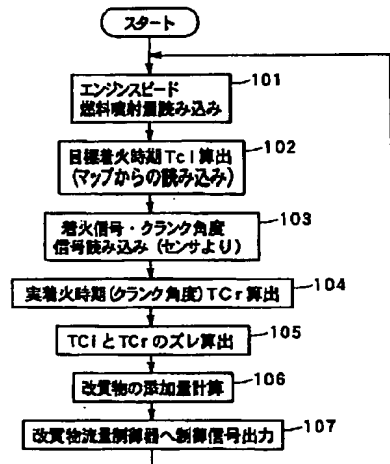
実施形態の構成例を示す図

【図 2】



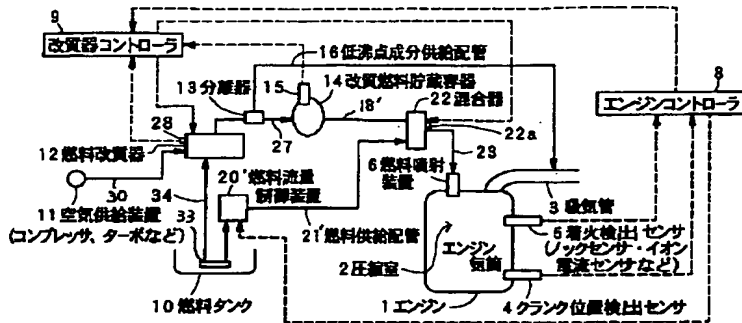
実施形態の構成例を示す図

【図 6】



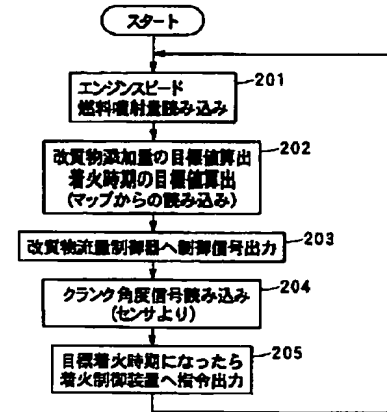
着火制御の手順を示す図

【図 3】



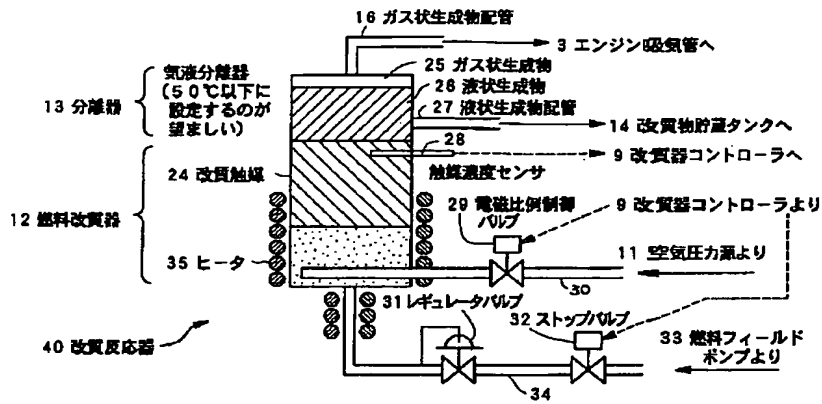
実施形態の構成例を示す図

【図 8】



着火制御の手順を示す図

【図 4】



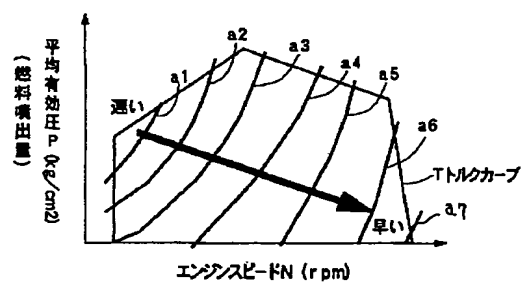
改質反応器の構成例を示す図

【図 5】



主要な改質反応を説明する図

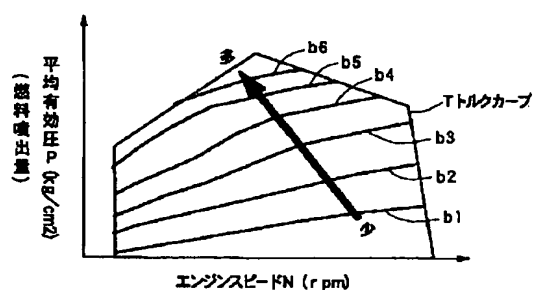
【図 9】



目標着火時期を求めるマップを示す図

Figure 1 is a schematic diagram of a fuel supply system for an internal combustion engine. The system includes a fuel tank (10) at the bottom left, which feeds into a fuel pump (15) and a fuel filter (14). The fuel then passes through a fuel metering unit (20) and a fuel supply line (21) to the engine (1). The engine is shown with a crank position sensor (4) and a fuel supply line (21). A fuel supply control unit (8) is shown at the top left, connected to the fuel pump (15) and the fuel metering unit (20). A fuel supply control unit (8) is also shown at the bottom right, connected to the fuel metering unit (20) and the fuel supply line (21). A fuel supply control unit (8) is also shown at the bottom right, connected to the fuel metering unit (20) and the fuel supply line (21).

【図 10】



着火抑制改質物質の燃料に対する供給割合を求めるマップを示す図

フロントページの続き

(72)発明者 室谷 泰輔
神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製
作所研究所内

F ターム (参考)

3G022	AA00	AA01	FA00	FA06	GA00
	GA01	GA05	GA07	GA09	GA11
	GA13				
3G092	AA01	AA02	AA06	AB15	BA08
	FA00	HA05Z	HC05Z	HE01Z	
	HE03Z	HE08Z			

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-213444

(43)Date of publication of application : 02.08.2000

(51)Int.Cl.

F02P 5/15

F02D 21/06

F02M 27/02

F02M 33/00

(21)Application number : 11-017165

(71)Applicant : KOMATSU LTD

(22)Date of filing : 26.01.1999

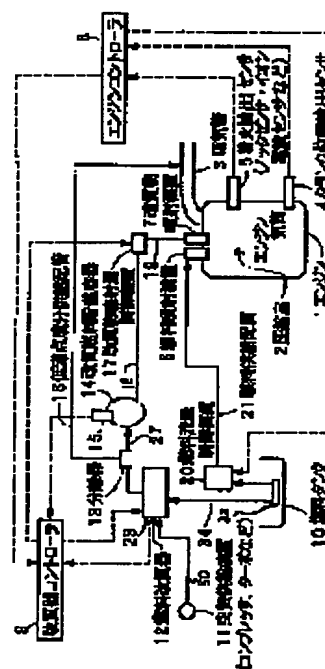
(72)Inventor : WAKAMOTO KOTARO
YAMAGUCHI HIROMASA
MUROTANI TAISUKE

(54) IGNITION TIMING CONTROL DEVICE AND ITS METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent an early self ignition in a lean premix self ignition system by supplying a required amount of a ignition inhibition material to engine in accordance with an operating condition of engine and igniting fuel at a desired ignition timing.

SOLUTION: A part of fuel is reformed into an ignition inhibition material (aldehydes) by reforming means 12. The reformed ignition inhibition material is made to be liquid and stored in storing means 14. The liquid ignition inhibition material required for igniting the fuel at a desired ignition timing is supplied inside a compression chamber 2 of engine 1 by supply means 18, 17, 19, and 7 together with unreformed fuel.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the ignition stage control unit of the engine which controls the ignition stage of the engine which supplies air and a fuel in engine compression space, and burns by lighting said fuel at the ignition stage of the request which compressed these air and the gaseous mixture of a fuel A reforming means to reform said some of fuels to an ignition inhibitor, and a storage means to make liquefied said ignition inhibitor by which reforming was carried out, and to store it, The ignition stage control unit of the engine equipped with a supply means to supply the liquefied ignition inhibitor of a complement in said compression space with an unmodified fuel since a fuel is lit at the ignition stage of said request.

[Claim 2] It is the ignition stage control unit of the engine according to claim 1 which is what said reforming means generates the aldehydes and water as an ignition inhibitor by carrying out partial oxidation of the hydrocarbon of a fuel, and makes an ignition inhibitor liquefied and stores it because said storage means dissolves said aldehydes in the water obtained with said reforming means.

[Claim 3] In the ignition stage control approach of the engine which controls the ignition stage of the engine which supplies air and a fuel in engine compression space, and burns by lighting said fuel at the ignition stage of the request which compressed these air and the gaseous mixture of a fuel The reforming stroke which reforms said some of fuels to an ignition inhibitor, and the storage stroke which makes liquefied said ignition inhibitor by which reforming was carried out, and stores it, The ignition stage control approach of the engine equipped with the supply stroke which supplies the liquefied ignition inhibitor of a complement in said compression space with an unmodified fuel since a fuel is lit at the ignition stage of said request.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention] This invention supplies air and a fuel in engine compression space, and relates to the engine ignition stage control unit and the engine control approach which control the ignition stage of the engine especially about engines, such as a diesel power plant which burns by lighting a fuel at the stage of the request which compressed these air and the gaseous mixture of a fuel.

[0002]

[Description of the Prior Art] The diesel power plant is excellent in thermal efficiency as compared with the gasoline engine, and has an advantage, such as bearing a severe condition (heavy load continuous running). However, there is also a disadvantageous point that exhaust air -- a gasoline engine is discharged for nitrogen oxides NOx about 2 to 3 times, or soot (particle-like excretions) is discharged -- is not pure, and desirable in environment at one side etc.

[0003] Then, this invention persons are continuing research about the approach of defecating exhaust air, maintaining thermal efficiency.

[0004] Combustion of the conventional diesel power plant makes a fuel inject here in the elevated-temperature air compressed with the piston, and a fuel is burned (conventional combustion system). However, if a combustion system is adopted conventionally [this], as combustion temperature becomes high locally and being mentioned above within the cylinder, NOx will occur in large quantities. Moreover, as air was insufficient and mentioned above locally within the cylinder, soot will be generated in large quantities. These problems were coped with by making injection of a fuel into high pressure conventionally here. However, it became clear that there is a limitation in the approach by high-pressure-izing of this fuel injection.

[0005] Then, the combustion methods following in recent years are considered.

[0006] That is, a fuel is made to inhale in a cylinder with air so that the ratio of the fuel to air may decrease comparatively before the compression with a piston (while the piston is located near a bottom dead point). Thin premixed air is formed in a cylinder of this. Premixed air is compressed with a piston after that, and the temperature in a cylinder is raised. And when gaseous mixture exceeds the ignition critical condition which becomes settled with each parameter, such as temperature, a fuel will carry out self-ignition over the compression space (combustion chamber) whole region in a cylinder. In addition, this combustion system is called a "thin premixing autohesion fire method" on these specifications.

[0007] Since homogeneity can be made to mix a fuel with air beforehand when adopting the above-mentioned thin premixing autohesion fire method, a fuel burns in homogeneity throughout the compression space in a cylinder (combustion chamber). And the ratio of the fuel to air can be lessened and gaseous mixture can be made thin. For this reason, NOx discharged can be lessened. Moreover, since it burns in homogeneity, the discharge of soot can be lessened.

[0008] However, when adopting this thin premixing autohesion fire method, autohesion fire was carried out to the early stage in front of a compression top dead center, combustion became unusual, knocking occurred and it became clear by this invention persons that this causes aggravation of an engine's thermal efficiency and the engine's itself damage. And it became clear that the range of the optimal ignition stage to cause the combustion stabilized without becoming unusual combustion is also very narrow.

[0009] Therefore, the ignition stage control which can light a fuel correctly is needed at a very narrow ignition stage, without raising early autohesion fire.

[0010] Then, it is possible to apply the conventional method of preventing engine early autohesion fire. As one of the conventional approaches of the early autohesion fire prevention, there is a method of "Reforming

the hydrocarbon used as a fuel itself to what cannot burn easily."

[0011] About the approach by this reforming, depolymerize of the hydrocarbon used as a fuel is carried out according to cracking, and the approach of supplying the reformed gas which carried out depolymerize to an internal combustion engine, and controlling autohesion fire is proposed.

[0012] There are some which were carried by the Patent Publication Heisei No. 507956 [six to] official report as this kind of a technique.

[0013] By cracking a fuel catalytically according to a catalyst, carrying out cracking to a gas product with the short chain of 3-5 with a carbon number, and supplying this to a gas turbine, the ignitionability of a fuel is reduced and invention of preventing a fuel being lit into time amount until a fuel is fully mixed with the compressed air is indicated by this official report.

[0014] In invention given [this] in an official report, the frequency of steady operation is high and it is aimed at the gas turbine without the need of controlling a product addition according to a service condition.

[0015] However, when targeted at the engine with which it is used for the application of migration machines, such as an automobile, an inside, a small generator, etc., etc., and a service condition is sharply changed like a diesel power plant or a gasoline engine in this invention, it is necessary to control a product addition finely according to a service condition.

[0016] That is, in reforming by catalytic cracking, the time delay of a chemical reaction is far large compared with engine operation fluctuation. For this reason, it is impossible to control a reformer according to an engine service condition as a matter of fact. That is, it is difficult to realize the control system to which a reaction condition is changed according to an engine service condition with a reforming reactor, and the amount of generation of a gas product is changed.

[0017] Then, the configuration which once stores the reforming matter slack gas product in the middle of a reformer and an engine combustion chamber, and adds an initial complement to a combustion chamber side according to a service condition is needed.

[0018] However, if it is going to constitute so that a gas product may be stored in the container of constant volume as a buffer, the problem that fluctuation of an accumulated dose leads to fluctuation of container internal pressure will occur. That is, fluctuation of an accumulated dose will lead to the pressure fluctuation of a reforming reactor. For this reason, there is a possibility that the stable reforming actuation may become impossible.

[0019] When it is going to constitute so that only an initial complement may add the gas product furthermore accumulated, the control which takes out the gas of a complement with a sufficient precision from the pressure source to change is needed. In this case, the control whose pressure is regulated with a pressure regulator, and the control which uses a mass-type quantity-of-gas-flow detector is needed.

[0020] When the control whose pressure is regulated with the former pressure regulator is adopted, it is necessary to hold a container pressure beyond a predetermined value, and it is necessary to also heighten the pressure of a reforming machine etc. according to it. It is difficult to realize this. Moreover, when the control which uses a latter mass-type quantity-of-gas-flow detector is adopted, while causing high cost, the problem that it cannot be coped with when the presentation of a product is changed occurs.

[0021] Moreover, in JP,8-509043,A, distillation and cracking generate the gas product of low molecular weight from fuel oil, and invention of reducing a lot of HC (hydrocarbon) excretions generated by supplying this at the time of engine starting at the time of engine starting is indicated.

[0022] However, invention given [this] in an official report assumes adding the reforming matter slack gas product of a constant rate to a fuel at the time of engine starting, and does not assume controlling an addition according to an engine service condition. When adding a complement according to an engine service condition and it is going to apply this invention, the problem same with having described the above-mentioned Patent Publication Heisei No. 507956 [six to] official report will invite.

[0023] Some fuels are reformed, gas aldehydes are generated, with a fuel, only small quantity adds this in the cylinder of a gasoline engine by alternative pathway, JP,49-105025,A is supplied, and invention of raising the flame propagation rate in a combustion chamber is indicated further again.

[0024] However, it assumes that only a constant rate adds a gas reforming object to a fuel like invention given in an official report which also mentioned above invention given [this] in an official report, and does not assume controlling an addition according to an engine service condition. When adding a complement according to an engine service condition and it is going to apply this invention, the problem same with having described the above-mentioned Patent Publication Heisei No. 507956 [six to] official report will invite.

[0025] As mentioned above, the gas reforming matter is once stored and it is difficult in a Prior art to realize

control that only a required addition supplies the stored reforming matter to an engine combustion chamber according to a service condition.

[0026] Even if the gas ignition inhibitor was obtained as reforming matter which this invention is made in view of such the actual condition, and controls ignition even if, this ignition inhibitor is lit at a desired ignition stage, as only the complement according to an engine service condition can be supplied to an engine, and let it be a solution technical problem to prevent the early autohesion fire in a thin premixing autohesion fire method.

[0027]

[The means for solving a technical problem and an operation, effectiveness] Then, in order that the 1st invention of this invention may attain the above-mentioned solution technical problem, air and a fuel are supplied in engine compression space. In the ignition stage control unit of the engine which controls the ignition stage of the engine which burns by lighting said fuel at the ignition stage of the request which compressed these air and the gaseous mixture of a fuel A reforming means to reform said some of fuels to an ignition inhibitor, and a storage means to make liquefied said ignition inhibitor by which reforming was carried out, and to store it, Since a fuel is lit at the ignition stage of said request, it is characterized by having a supply means to supply the liquefied ignition inhibitor of a complement in said compression space with an unmodified fuel.

[0028] Moreover, in the 2nd invention, in the 1st invention, said reforming means generates the aldehydes and water as an ignition inhibitor by carrying out partial oxidation of the hydrocarbon of a fuel, and said storage means is characterized by being what makes an ignition inhibitor liquefied and stores it by dissolving said aldehydes in the water obtained with said reforming means.

[0029] Moreover, it sets to the ignition stage control approach of the engine which controls by the 3rd invention the ignition stage of the engine which supplies air and a fuel in engine compression space, and burns by lighting said fuel at the ignition stage of the request which compressed these air and the gaseous mixture of a fuel. The reforming stroke which reforms said some of fuels to an ignition inhibitor, and the storage stroke which makes liquefied said ignition inhibitor by which reforming was carried out, and stores it, Since a fuel is lit at the ignition stage of said request, it is characterized by having the supply stroke which supplies the liquefied ignition inhibitor of a complement in said compression space with an unmodified fuel.

[0030] If this invention makes this liquefied and it is stored when some fuels are reformed and a gas ignition inhibitor (aldehydes) is obtained as reforming matter, it will be made paying attention to the point that the control supplied to an engine is stabilized by only the complement according to an engine service condition, and it can be performed easily.

[0031] According to the 1st invention, as shown in drawing 1 and drawing 4, reforming of some fuels is carried out to an ignition inhibitor (aldehydes) by the reforming means 12. And this ignition inhibitor by which reforming was carried out is used as the liquefied ignition inhibitor 26, and is stored with the storage means 14.

[0032] And since a fuel is lit at a desired ignition stage, the liquefied ignition inhibitor 26 of only a complement is supplied in the compression space 2 of an engine 1 by the supply means 18, 17, 19, and 7 with an unmodified fuel.

[0033] If an ignition inhibitor is made liquefied and stored, it will become possible to control the ignition inhibitor of the amount for which it stabilizes and asks. Moreover, since it is liquefied, the control system of the amount of supply is easily realizable with simple structure using the existing fuel-injection-equipment 7 grade like an original unmodified fuel (liquid). Moreover, equipment can be built by low cost. Moreover, it can be coped with also when the presentation of an ignition inhibitor is changed, since it is liquefied.

[0034] Consequently, only the complement according to an engine service condition is enabled to be able to supply an ignition inhibitor to an engine, and a fuel is lit at a desired ignition stage. Thereby, the early autohesion fire in a thin premixing autohesion fire method is prevented.

[0035] Moreover, if this invention is explained concretely, an ignition inhibitor will be made into aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) as shown in drawing 5.

[0036] Generally the ignitionability of gaseous mixture (fuel) changes with structures of the hydrocarbon which constitutes gaseous mixture (fuel). The gaseous mixture which generally contains many short hydrocarbons of chain length has bad ignitionability, and its ignitionability is [the thing or aromatic hydrocarbon which have branching in a chain] bad.

[0037] Aldehydes are effective in delaying the ignition stage of gaseous mixture (fuel), and the effectiveness of formaldehyde (HCHO) is especially high also in it.

[0038] According to the 2nd invention, as shown in drawing 5, the hydrocarbon ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CH}_3$) of a fuel becomes the aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) and water (H_2O) as an ignition inhibitor by the partial oxidation reaction. And by aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) being dissolved in the water (H_2O) obtained at this reaction, an ignition inhibitor makes it liquefied and is stored. It is easy to dissolve the big formaldehyde (HCHO) of aldehydes division ignition depressor effect in water (H_2O). Therefore, if the steam generated by the partial oxidation reaction is made to solidify, it is made a liquid and aldehydes are melted to this, a liquefied ignition inhibitor is easily acquirable.

[0039] Moreover, if this invention is explained concretely, as shown in drawing 5, the hydrocarbon ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CH}_3$) of a fuel will become the aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) and water (H_2O) as an ignition inhibitor by the partial oxidation reaction. And it separates into the liquefied aldehydes 26 and the gas ignition inhibitors (cracking product obtained by side reaction) 25 by aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) being dissolved in the water (H_2O) obtained at this reaction (refer to drawing 4). And the liquefied aldehydes 26 are stored.

[0040] And as shown in drawing 1 and drawing 4, while the liquefied aldehydes 26 are supplied in the compression space 2 of an engine 1 via the storage means 14, the gas ignition inhibitor 25 is supplied to the direct compression space 2 through engine inlet-pipe 3 grade.

[0041] That is, since it is difficult for the gas ignition inhibitor 25 to store and to control an addition, compression space 2 is supplied as it is, and it burns. Bottom raising of the depressor effect of ignition is carried out with the gas ignition inhibitor 25.

[0042] Remaining controlled parts after bottom raising of the depressor effect of ignition was carried out are compensated by controlling the amount of supply of the liquefied aldehydes 26.

[0043] Moreover, if this invention is explained concretely, as shown in drawing 5, the hydrocarbon ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CH}_3$) of a fuel will become the aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) and water (H_2O) as an ignition inhibitor by the partial oxidation reaction. And by aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) being dissolved in the water (H_2O) obtained at this reaction, an ignition inhibitor makes it liquefied and is stored.

[0044] And as shown in drawing 1 and drawing 4, the liquefied aldehydes 26 and an unmodified fuel are supplied to the compression space 2 of an engine 1 via a supply pipe (18 19) different, respectively and 21.

[0045] As for the liquefied aldehydes 26, water is a principal component and the oil of an unmodified fuel is a principal component here. Therefore, it is technically difficult to mix an oil with these water, and for these mixing ratios to adjust so that predetermined may become comparatively, and to supply compression space 2. Since these liquefied aldehydes 26(water) and an unmodified fuel (oil) are separated and it was made to supply compression space 2 according to this invention, it becomes possible to adjust both rate easily and to supply compression space 2.

[0046] Moreover, if this invention is explained concretely, as shown in drawing 1 and drawing 6, the ignition stage T_{cr} will be detected by the ignition stage detection means 4 and 5 (step 104 of drawing 6).

[0047] And the deflection of the desired ignition stage T_{ci} and the detected ignition stage T_{cr} is supplied in the compression space 2 of an engine 1 with a fuel with the liquefied unmodified ignition inhibitor 26 of a complement by the supply means 18, 17, 19, and 7 being lost (steps 105-107 of drawing 6).

[0048] As a result, according to this invention, precision can improve a fuel self-ignition at a desired ignition stage.

[0049] Moreover, if this invention is explained concretely, as shown in drawing 7, the ignition inhibitor 26 of sufficient amount to light with a liquefied fuel will be supplied by supply means 18', and 22, 23 and 6 in the compression space 2 of an engine 1 with an unmodified fuel at a desired ignition stage. "A fuel is sufficient amount to light to a desired ignition stage" is an amount which is extent which self-ignition generates after a desired ignition stage here.

[0050] And by the ignition means 36, as shown in drawing 7 and drawing 8, when a desired ignition stage comes, the gaseous mixture in compression space 2 is lit (step 205 of drawing 8).

[0051] As a result, according to this invention, a fuel can be lit certainly at a desired ignition stage (ignition).

[0052] The 3rd invention permutes invention of the equipment of the 1st invention of the above by invention of an approach.

[0053] In addition, the engine with which this invention is applied is applicable not only to the diesel power plant to which a fuel is lit by the heat of compression using the low fuel of the flash point but the gasoline engine to which a fuel is lit by jump spark ignition using the high fuel of the flash point. In short, it is applicable to the engine with which early autohesion fire may happen in process of compression.

[0054]

[Embodiment of the Invention] The ignition stage control unit of the engine applied to this invention with reference to a drawing below and the operation gestalt of an approach are explained.

[0055] In addition, although the diesel power plant is assumed with this operation gestalt, it is applicable to a gasoline engine. That is, if it is engines which supply air and a fuel in engine compression space, and burn by lighting a fuel at the stage of the request which compressed these air and the gaseous mixture of a fuel, such as an injection type gasoline engine in a cylinder, it is applicable to arbitration.

[0056] Drawing 1 shows the example of a configuration of the ignition stage control unit of the engine of an operation gestalt.

[0057] As shown in this drawing 1, namely, the ignition stage control unit of this engine The fuel reforming machine 12 which reforms an engine 1 and some fuels and generates the ignition control (reforming) matter (aldehydes) greatly, The reforming fuel storage container 14 which makes liquefied the ignition inhibitor by which reforming was carried out [above-mentioned], and stores it, The engine controller 8 which outputs the signal which directs the addition to the unmodified fuel of the reforming matter to the reforming machine controller 9 while supervising the operational status of an engine 1 and controlling the supply flow rate of an unmodified fuel based on the result, While outputting the control signal which controls a reforming reaction in the fuel reforming vessel 12 based on the signal which supervised the amount of generation and storage residue of the reforming matter, and was inputted from this monitor result and the engine controller 8 The reforming machine controller 9 which outputs the control signal which directs the injection quantity (addition) of the reforming matter to the reforming object injection-quantity control unit 17, The fuel-flow control unit 20 which controls the amount of supply of an unmodified fuel based on the control signal outputted from the engine controller 8, It consists of reforming object injection-quantity control units 17 which control the amount of supply of the liquid reforming matter of the above based on the control signal outputted from the reforming machine controller 9.

[0058] That is, an engine 1 is arranged free [sliding] in a cylinder and a cylinder, and consists of pistons which carry out both-way migration of the inside of a cylinder up and down. The cylinder room of the upper part of a piston constitutes compression space 2. ** into which, as for compression space 2, gaseous mixture is compressed by the piston -- it is also -- gaseous mixture -- it is also the combustion chamber where an inner fuel burns. The exhaust gas after burning within a cylinder is discharged by the open air through an exhaust pipe way. In addition, with this operation gestalt, although the reciprocating engine is assumed, it is applicable also to a rotary engine.

[0059] The inlet pipe 3 which supplies air is formed in the engine 1. Air is supplied in compression space 2 through this inlet pipe 3.

[0060] On the other hand, the fuel ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CH}_3$) of an engine 1 is stored by the fuel tank 10 (refer to drawing 5). The fuel in a fuel tank 10 is absorbed with the fuel feed pump 33, and is breathed out by the injection flow rate control unit 20. From the fuel-flow control unit 20, the fuel of a predetermined flow rate is sent to a fuel injection equipment 6 via the fuel charging line 21.

[0061] Through an injection nozzle, in the cylinder of an engine 1, a fuel injection equipment 6 injects a fuel, and where a fuel is atomized, it supplies it.

[0062] In this way, from a fuel injection equipment 6, a fuel is supplied in compression space 2 with a predetermined ratio to the above-mentioned air. In this way, comparatively thin gaseous mixture is formed within compression space 2.

[0063] In addition, after mixing a fuel with air and forming gaseous mixture before introducing into a cylinder, this gaseous mixture may be made to inhale in a cylinder, although air and a fuel are supplied in a cylinder through a different supply line and gaseous mixture is formed within a cylinder with this operation gestalt. If combustion is performed by the thin premixing autohesion fire method mentioned above in short, the method of supply of a fuel and air is arbitrary.

[0064] With this operation gestalt, the liquefied reforming matter (ignition inhibitors, such as aldehydes) is supplied from the reforming object fuel injection equipment 7 in compression space 2 with a predetermined ratio to an unmodified fuel. About this, it mentions later.

[0065] The crank rotation location detection sensor 4 which detects the rotation location (whenever [crank angle]) of the crankshaft of an engine 1 is formed in the engine 1. The signal which shows whenever [crank angle / which was detected by this crank rotation location detection sensor 4] is outputted to the engine controller 8. By the engine controller 8, the actual engine speed (engine speed) (r. p.m) N of an engine 1 calculates based on the serial detection value of the crank rotation location detection sensor 4.

[0066] The ignition detection sensor 5 which detects that the fuel lit the engine 1 within compression space 2 is formed. The knock sensor which detects knocking can be used by detecting the specific frequency

component of the pressure wave for example, in compression space 2 as an ignition detection sensor 5. Moreover, the ion current sensor which detects the ion current which exists in the gaseous mixture in compression space 2 can be used. The ignition detecting signal which shows that it was lit from this ignition detection sensor 5 is outputted to the engine controller 8.

[0067] The engine controller 8 reads a detecting signal whenever [ignition detecting-signal / which was inputted from each sensors 5 and 4 /, and crank angle], and computes whenever [crank angle / when a fuel is actually lit by compression space 2 from these / Tcr], i.e., a real ignition stage.

[0068] The fuel in a fuel tank 10 is absorbed with the fuel feed pump 33, and is breathed out by the fuel reforming machine 12.

[0069] The reforming reactor 40 centering on the fuel reforming machine 12 is constituted as shown in drawing 4.

[0070] That is, as shown in this drawing 4, the reforming reactor 40 is constituted centering on the tank which made one the fuel reforming machine 12 and the eliminator 13.

[0071] A fuel is supplied to the fuel reforming machine 12 of the reforming reactor 40 through piping 34 from the fuel feed pump 33. The regulator bulb 31 and the stop valve 32 are arranged in piping 34. The regulator bulb 31 is formed in order to make fuel pressure in piping 34 into 1 constant pressure. Moreover, a stop valve 32 is a bulb closed in case playback actuation mentioned later is performed.

[0072] In this way, the fuel of constant flow is fundamentally sent to the fuel reforming machine 12 except the time of playback actuation.

[0073] Moreover, air is introduced into the fuel reforming machine 12 in order to oxidize a fuel. The boost pressure of the compressor attached to the engine 1 as a source 11 of air pressure or a turbo supercharger can be used. The high-pressure air generated in the source 11 of air pressure is supplied to the fuel reforming machine 12 through piping 30. piping 30 -- electromagnetism -- the proportional control bulb 29 is formed.

[0074] At a heater 35, the heating temperature up of the fuel and air which were introduced into the fuel reforming machine 12 is carried out, and they are supplied to a catalyst bed 24. The catalyst which can generate aldehydes by partial oxidation from a fuel hydrocarbon as a reforming catalyst in a catalyst bed 24 is used. Specifically, the multiple oxide of aluminum and boron can be used. The catalyst is arranged at the pellet type. In addition, when vibration is added, a porosity ceramic or a honeycomb object may be made to support. The sensor 28 is formed in the catalyst bed 24 whenever [catalyst temperature / which detects the temperature of a catalyst]. The detecting signal of a sensor 28 is outputted to the reforming machine controller 9 whenever [catalyst temperature].

[0075] the reforming machine controller 9 makes a feedback signal the detecting signal which shows whenever [catalyst temperature], and whenever [catalyst temperature] turns into desired temperature -- as -- electromagnetism -- a command current is sent out to the proportional control bulb 29. For this reason, an electro-magnetic valve 29 is energized and bulb opening changes so that it may become the opening according to a command current. The air flow rate supplied to the fuel reforming machine 12 as a result changes, whenever [catalyst temperature] turns into desired temperature, and the reforming reaction (oxidation reaction) in the fuel reforming machine 12 is controlled. For example, oxidation reaction is promoted because an air flow rate becomes large, and whenever [catalyst temperature] becomes large. Or playback actuation is controlled to mention later.

[0076] The eliminator 13 which carries out vapor liquid separation of the ignition inhibitor obtained by reforming to the liquefied product 26 and the gas product 25 is formed in the latter part of a catalyst bed 24. Although the fuel reforming machine 12 and the eliminator 13 are formed in one, you may constitute from this operation gestalt so that these may be prepared in another object.

[0077] Since storing is difficult for the gas product 25 separated with the eliminator 13, without being stored, it is supplied to the inlet pipe 3 of an engine 1 as it is via the gas product piping (low-boiling point component charging line) 16, and burns within compression space 2.

[0078] On the other hand, the liquefied product 26 with easy storage is supplied to the reforming fuel storage container (tank) 14 via the liquefied product piping 27, and the liquefied product 26 is once stored with this reforming fuel storage container 14. The storage residue in the reforming fuel storage container 14 is detected by the sensor 15, and the detecting signal is sent to the reforming machine controller 9. the reforming machine controller 9 makes the detecting signal of a sensor 15 a feedback signal, and the quantity to be stored in a storage container 14 is maintained by the amount of requests -- as -- the electromagnetism of the fuel reforming machine 12 -- a control signal is outputted to the proportional control bulb 29.

[0079] The engine controller 8 calculates the addition to the unmodified fuel of the liquefied ignition inhibitor 26 required since a fuel is lit at the target ignition stage (near a top dead center) for which it asks

according to the service condition of an engine 1 so that it may mention later. And the reforming machine controller 9 outputs an injection-quantity control signal to the reforming object injection-quantity control unit 17 so that the liquefied ignition inhibitor 26 of this addition may be supplied in the compression space 2 of an engine 1. For this reason, the liquefied ignition inhibitor 26 of a required addition is supplied in the compression space 2 of an engine 1 through piping 18, the reforming object injection-quantity control device 17, piping 19, and the reforming object fuel injection equipment 7.

[0080] That is, with this operation gestalt, control of an ignition stage is performed by controlling the addition to the unmodified fuel of the liquefied ignition inhibitor 26.

[0081] About the gas ignition inhibitor 25, the compression space 2 of an engine 1 is supplied without control as it is. It causes poor starting and is not desirable supposing the gas ignition inhibitor 25 is added as it is in compression space 2 at the stage by which combustion of the engines 1, such as the time of engine starting, is not stabilized here.

[0082] However, since reforming actuation is not performed by the fuel reforming machine 12 at the time of starting of an engine 1, the gas ignition inhibitor 25 is not supplied to compression space 2, and does not generate the situation of becoming poor starting.

[0083] The reaction performed with the fuel reforming machine 12 and an eliminator 13 with reference to drawing 5 below is explained.

[0084] As shown in this drawing 5, with the fuel reforming vessel 12, the hydrocarbon ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CH}_3$) of a fuel becomes the aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) and water (H_2O) as an ignition inhibitor by the partial oxidation reaction.

[0085] Generally the ignitionability of gaseous mixture (fuel) changes with structures of the hydrocarbon which constitutes gaseous mixture (fuel). The gaseous mixture which generally contains many short hydrocarbons of chain length has bad ignitionability, and its ignitionability is [the thing or aromatic hydrocarbon which have branching in a chain] bad.

[0086] Aldehydes are effective in delaying the ignition stage of gaseous mixture (fuel), and the effectiveness of formaldehyde (HCHO) is especially high also in it. According to this operation gestalt, the high aldehydes of ignition depressor effect are acquirable from the hydrocarbon of a fuel with reforming.

[0087] And in an eliminator 13, the water (H_2O) which the reforming product was cooled and was obtained at the above-mentioned reforming reaction is solidified. And it separates into the liquefied aldehydes 26 and the gas product 25 by gas aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) being dissolved in this water condensation. It is things, such as a cracking product obtained by side reaction as it was indicated in drawing 5 as the product 25 of a gas [here], and since molecular weight is small, it has ignition depressor effect.

[0088] And in the reforming object storage container (tank) 14, it becomes, where [26] aldehydes ($\text{CH}_3\text{-C}_n\text{H}_{2n}\text{-CHO}$) are dissolved in the water (H_2O) obtained at the above-mentioned reaction (i.e., a liquefied ignition inhibitor), and it will be stored.

[0089] It is easy to dissolve the big formaldehyde (HCHO) of aldehydes division ignition depressor effect in water (H_2O) here. Therefore, if the steam generated by the partial oxidation reaction is made to solidify, it is made a liquid and aldehydes are melted to this, a liquefied ignition inhibitor is easily acquirable. Therefore, the temperature in the vapor-liquid-separation machine 13 needs to be below the dew-point of water. If solubility is taken into consideration, cooling as much as possible is desirable. For example, the temperature of an eliminator 13 is set below to 50-degreeC.

[0090] Thus, he makes an ignition inhibitor liquefied and is trying to store it with this operation gestalt. For this reason, it is stabilized and the addition of an ignition inhibitor can be controlled. Moreover, since it is liquefied, the control system of the amount of supply is easily realizable with simple structure using the existing fuel-injection-equipment 7 grade like an original fuel (liquid). Moreover, equipment can be built by low cost. Moreover, it can be coped with also when the presentation of an ignition inhibitor is changed, since it is liquefied.

[0091] Consequently, only the complement according to the service condition of an engine 1 is enabled to be able to supply an ignition inhibitor to an engine 1, and a fuel is lit at a target ignition stage. Thereby, the early autohesion fire in a thin premixing autohesion fire method is prevented.

[0092] Moreover, he is trying to supply the gas product 25 which has ignition depressor effect in addition to liquefied aldehydes 26 to the direct compression space 2 through an inlet pipe 3 with this operation gestalt.

[0093] Thus, since it is difficult for the gas ignition inhibitor 25 to store and to control an addition, compression space 2 is supplied as it is, and it burns. Thereby, bottom raising of the depressor effect of ignition is carried out. And remaining controlled parts after bottom raising of the depressor effect of ignition was carried out are compensated by controlling the amount of supply of the liquefied aldehydes 26.

[0094] Moreover, as shown in drawing 1, it is made to go via a charging line (18 19) which is different in the liquefied aldehydes 26 and an unmodified fuel, respectively, and 21, and it consists of these operation gestalten so that the compression space 2 of an engine 1 may be made to supply by alternative pathway.

[0095] As for the liquefied aldehydes 26, water is a principal component and the oil of an unmodified fuel is a principal component here. Therefore, it is technically difficult to mix an oil with these water, and for these mixing ratios to adjust so that predetermined may become comparatively, and to supply compression space 2. Since these liquefied aldehydes 26(water) and an unmodified fuel (oil) are separated and it was made to supply compression space 2 according to this operation gestalt, it becomes possible to adjust both rate easily and to supply compression space 2.

[0096] It explains combining and referring to the flow chart shown in drawing 6 about the contents of processing of the ignition control performed by the engine controller 8 and the reforming machine controller 9 which are shown in drawing 1 below.

[0097] By the engine controller 8, an engine speed N is first computed based on a signal whenever [detection crank angle / which is outputted from the crank location detection sensor 4]. Moreover, from the engine controller 8, the control signal which directs fuel oil consumption to the fuel-flow control unit 20 is outputted. Therefore, the present fuel oil consumption (mean effective pressure P (kg/cm²)) is acquirable (step 101).

[0098] The target ignition stage Tci corresponding to the current service condition (an engine speed N, mean effective pressure P) of the engine 1 acquired in this way next is computed. As specifically shown in drawing 9 R> 9, the map which asks for the target ignition stage Tci corresponding to a service condition is prepared beforehand, and the target ignition stage Tci is read in this map. In addition, you may make it make the operation expression which you may make it make memorize the contents shown in drawing 9 in the form of a data table, and calculates the target ignition stage Tci from a service condition memorize.

[0099] In drawing 9, an axis of abscissa is an engine speed N, and the axis of ordinate shows mean effective pressure P (fuel oil consumption). T is a torque curve which shows the torque of an engine 1. Each Rhine a1, a2, a3, a4, a5, a6, and a7 is Rhine which shows that it is the value respectively same as a target ignition stage Tci. a1 is Rhine which becomes the latest as an ignition stage, and from a1 to a2, from a2 to a3, it becomes early as an ignition stage, so that it shifts to a4 from a4 from a3 a5 and shifts to a6 from a6 from a5 a7. And a7 is Rhine which becomes early most as an ignition stage.

[0100] Therefore, the target ignition stage Tci is called for by reading Rhine a corresponding to an engine speed N and mean effective pressure P (step 102).

[0101] Next, the engine controller 8 reads a detecting signal whenever [ignition detecting-signal / which was inputted from the ignition detection sensor 5 and the crank location detection sensor 4 / and crank angle] (step 103), and computes whenever [crank angle / when a fuel is actually lit by compression space 2 from these detecting signals / Tcr], i.e., a real ignition stage, (step 104).

[0102] The deflection of the target ignition stage Tci obtained at step 102 next and the real ignition stage Tcr obtained at step 104 is computed (step 105), and the addition of the liquefied ignition inhibitor 26 required for the deflection of the target ignition stage Tci and the real ignition stage Tcr to carry out self-ignition, the addition Tci, i.e., the target ignition stage, of the liquefied ignition inhibitor 26 required to be lost, calculates (step 106).

[0103] The signal which directs the addition to the unmodified fuel of the liquefied ignition inhibitor 26 by which the operation was carried out [above-mentioned] from the engine controller 8 to the reforming machine controller 9 is outputted. According to this, the reforming machine controller 9 outputs a control signal to the reforming object injection-quantity control unit 17 so that the liquefied ignition inhibitor 26 for the above-mentioned addition may be supplied in the compression space 2 of an engine 1. For this reason, the liquefied ignition inhibitor 26 of the addition by which the operation was carried out [above-mentioned] through piping 18 and 19 from the storage container 14 is supplied in the compression space 2 of an engine 1. As a result, precision improves [a fuel] self-ignition within the compression space 2 of an engine 1 at the target ignition stage Tci.

[0104] By the way, as shown in drawing 5, there is various side reaction in a reforming reaction. One of the side reaction has caulking by the polymerization. If caulking occurs, a carbon content will deposit on the front face of the reforming catalyst 24 in the reforming reactor 40 shown in drawing 4, the function of a catalyst will be spoiled, and a reforming reaction will no longer be performed good. Then, playback actuation of the reforming catalyst of making it disappear from a catalyst front face is needed by burning the caulking carbon content adhering to a catalyst front face.

[0105] This playback actuation is performed by the reforming machine controller 9.

[0106] By the reforming machine controller 9, it is judged based on the engine operation conditions (an engine speed N, fuel oil consumption) sent out from the engine controller 8, the addition to the unmodified fuel of the reforming matter 26, and the residue of the reforming matter 26 in the storage container 14 detected by the sensor 15 whether playback actuation is performed.

[0107] When it is judged that playback actuation is performed, the control signal for making the stop valve 32 on the fuel charging line 34 into a closed state, as shown in drawing 4 R> 4 is outputted to the stop valve 32 concerned. Thereby, supply of the fuel to the fuel reforming machine 12 is suspended.

[0108] On the other hand, the reforming machine controller 9 controls the power supplied to a heater 35 to make the heating value generated at a heater 35 increase.

[0109] The air introduced into the fuel reforming machine 12 through the air supply piping 30 as a result is heated, and this heated air goes up towards a catalyst bed 24. And the caulking carbon content on the front face of a catalyst is burned off by this heating air, and disappears with it.

[0110] They are the contents of the above playback actuation.

[0111] In addition, it is desirable to carry out so that a caulking carbon content may be burned off, playback actuation avoiding the heat deterioration of a catalyst. In addition, it may be made to perform playback actuation periodically again at the time of starting of an engine 1.

[0112] To the configuration shown in drawing 1, various deformation is possible. Below, the explanation which overlapped about them is omitted noting that it is the element same about the same sign as drawing 1. Only a different part from the operation gestalt of drawing 1 is explained.

[0113] You may constitute, as shown in drawing 2 instead of drawing 1.

[0114] In the ignition stage control device shown in drawing 2, the reforming object injection-quantity equipment 7 currently arranged by the compression space 2 of an engine 1 by drawing 1 is arranged by the inlet pipe 3 of an engine 1.

[0115] That is, reforming object fuel-injection-equipment 7' by which the liquefied reforming matter 26 was formed in the inlet pipe 3 through piping 19' from the reforming object injection-quantity control unit 17 is supplied, and the reforming matter 26 is injected in an inlet pipe 3. And the reforming matter 26 is supplied in compression space 2 via an inlet pipe 3.

[0116] Since reforming object fuel-injection-equipment 7' was prepared in the inlet pipe 3 used as the low voltage instead of the compression space 2 used as high pressure according to the operation gestalt shown in this drawing 2, it becomes possible to use the cheap fuel injection equipment for low voltage.

[0117] Moreover, as shown in drawing 3 instead of drawing 1, you may constitute.

[0118] As opposed to having consisted of ignition stage control devices shown in drawing 1 so that it might be made to go via a charging line (18 19) which is different in the liquefied aldehydes 26 and an unmodified fuel, respectively, and 21 and the compression space 2 of an engine 1 might be made to supply by alternative pathway It consists of ignition stage control devices shown in drawing 3 so that the compression space 2 of an engine 1 may be made to supply the liquefied aldehydes 26 and an unmodified fuel by the same charging line 23.

[0119] That is, the liquefied reforming matter 26 is sent to a mixer 22 through piping 18' from a storage container 14. On the other hand, an unmodified fuel is sent to a mixer 22 through fuel charging line 21' from the fuel-flow control unit 20. With a mixer 22, the liquefied reforming matter 26 and an unmodified fuel are mixed at a predetermined rate. This mixed rate is adjusted by metering valve 22a attached to the mixer 22. A mixed rate (addition of the reforming matter) required to light at the target ignition stage Tci is called for, and the reforming machine controller 9 outputs the control signal for making it mix at this mixed rate to metering valve 22a.

[0120] In this way, from gaseous mixture 22, the liquefied reforming matter 26 and unmodified fuel which were mixed at a predetermined rate are outputted, a fuel injection equipment 6 is supplied through piping 23, and it is injected in compression space 2 by the fuel injection equipment 6.

[0121] Since the liquefied reforming matter 26 and an unmodified fuel are mixed at a predetermined rate and he is trying to supply in compression space 2 with the same fuel injection equipment 6 according to the operation gestalt shown in this drawing 3, arrangement of the fuel injection equipment 7 (drawing 1 R> 1) of liquefied reforming matter 26 dedication is omissible.

[0122] Although he is trying to light gaseous mixture (fuel) by self-ignition with the operation gestalt mentioned above at a target ignition stage, the operation gestalt which can next make it light certainly not by self-ignition but by ignition at a target ignition stage is explained.

[0123] Drawing 7 shows the operation gestalt which assists ignition by ignition using the ignition auxiliary devices (ignition plug etc.) 36.

[0124] The equipment configuration of drawing 7 is fundamentally the same as the operation gestalt shown in drawing 3. However, arrangement of the ignition detection sensor 5 is omitted. Moreover, the ignition auxiliary device 36, for example, an ignition plug, is arranged by compression space 2. An ignition signal is outputted to an ignition plug 36 from the engine controller 8, a spark occurs in inter-electrode [of an ignition plug 36] according to this, and the gaseous mixture in compression space 2 is lit.

[0125] It explains combining and referring to the flow chart shown in drawing 8 about the contents of processing of the ignition control performed by the engine controller 8 and the reforming machine controller 9 which are shown in drawing 7 below.

[0126] By the engine controller 8, an engine speed N is first computed based on a detecting signal whenever [crank angle / which is outputted from the crank location detection sensor 4]. Moreover, from the engine controller 8, the control signal which directs fuel oil consumption to the fuel-flow control unit 20 is outputted. Therefore, the present fuel oil consumption (mean effective pressure P (kg/cm²)) is acquirable (step 201).

[0127] The target addition (mixed rate to the unmodified fuel of the ignition control reforming matter 26) and the target ignition stage Tci of the reforming matter 26 corresponding to the current service condition (an engine speed N, mean effective pressure P) of the engine 1 acquired in this way next are computed. Since the calculation approach of the target ignition stage Tci is the same as drawing 9 R> 9 explained, explanation is omitted.

[0128] The fuel of a "target addition" is the thing of sufficient amount to light here at the target ignition stage Tci. "A fuel is sufficient amount to light to the target ignition stage Tci" is an amount which is extent which self-ignition generates after the target ignition stage Tci. That is, with this operation gestalt, ignition is completely controlled so that self-ignition may break out after the target ignition stage Tci.

[0129] The calculation approach of the target addition of the reforming matter 26 is as follows.

[0130] That is, as shown in drawing 10, the map which calculates the target addition corresponding to a service condition like drawing 9 is prepared beforehand, and a target addition is read in this map. In addition, you may make it make the operation expression which you may make it make memorize the contents shown in drawing 10 in the form of a data table, and calculates a target addition from a service condition memorize.

[0131] In drawing 10, an axis of abscissa is an engine speed N, and the axis of ordinate shows mean effective pressure P (fuel oil consumption). T is a torque curve which shows the torque of an engine 1. Each Rhine b1, b2, b3, b4, b5, and b6 is Rhine which shows that it is the value respectively same as a target addition. b1 is Rhine which decreases most as a target addition, and it increases from b1 to b2 as a target addition which shifts to b3 from b2 b4, and shifts to b5 from b5 from b4 b6. And b6 is Rhine which increases most as a target addition.

[0132] Therefore, a target addition is calculated by reading Rhine b corresponding to an engine speed N and mean effective pressure P (step 202).

[0133] The signal which directs the target addition to the unmodified fuel of the liquefied ignition control reforming matter 26 called for the account of a top from the reforming machine controller 9 from the engine controller 8 next is outputted. According to this, the reforming machine controller 9 outputs a control signal to metering valve 22a of gaseous mixture 22 so that the liquefied ignition control reforming matter 26 of the above-mentioned target addition may be supplied in the compression space 2 of an engine 1. For this reason, the ignition inhibitor 26 of a target addition called for the account of a top through piping 23 and a fuel injection equipment 6 from gaseous mixture 22 is supplied in the compression space 2 of an engine 1 (step 203).

[0134] Next, the engine controller 8 reads a detecting signal whenever [crank angle / which was inputted from the crank location detection sensor 4] (step 204), and carries out the successive approximation of whenever [this crank angle / that was detected], and the target ignition stage Tci (whenever [target crank angle]) acquired at the above-mentioned step 202.

[0135] And when whenever [current crank angle] reaches at the target ignition stage Tci (whenever [target crank angle]), the engine controller 8 outputs an ignition signal to an ignition plug 36. According to this, a spark occurs in inter-electrode [of an ignition plug 36], and the gaseous mixture in compression space 2 is lit. As a result, gaseous mixture (fuel) is lit certainly, without carrying out early self-ignition with the target ignition stage Tci.

[0136] In addition, the optimal ignition stage of an engine 1 changes not only with an engine rotational frequency and fuel oil consumption but with parameters, such as a circulating water temperature, inhalation air temperature, and inhalation air pressure. Then, a target ignition stage can also be set further in

consideration of these parameters.

[Translation done.]

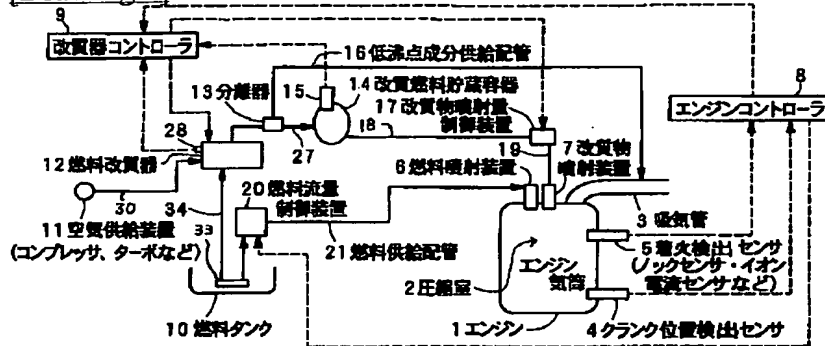
*** NOTICES ***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

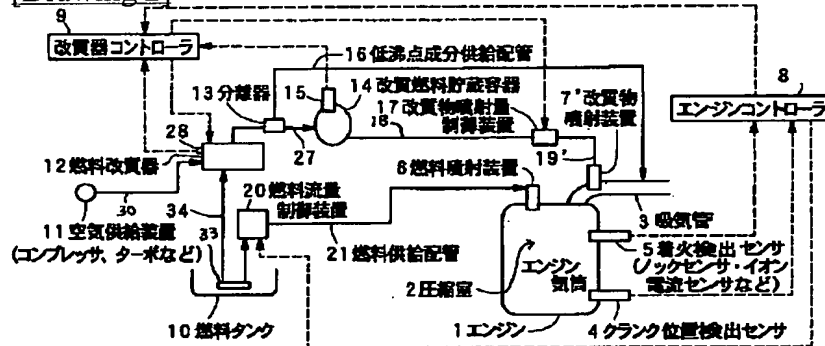
DRAWINGS

[Drawing 1]



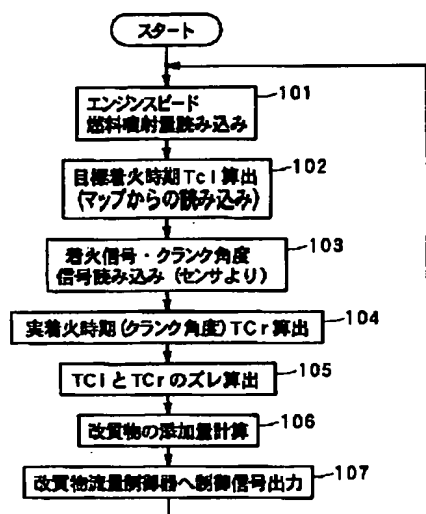
実施形態の構成例を示す図

[Drawing 2]



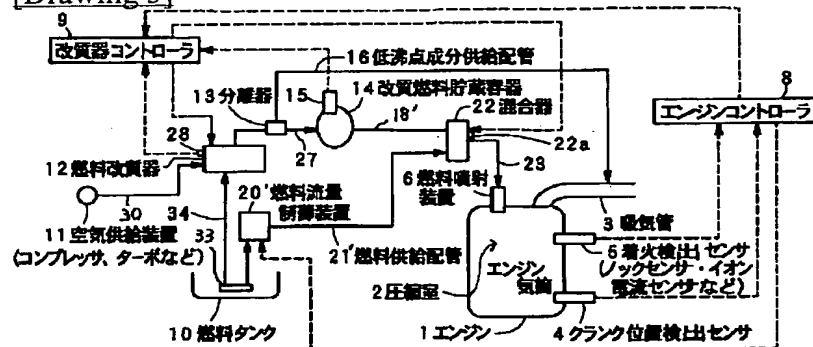
実施形態の構成例を示す図

[Drawing 6]



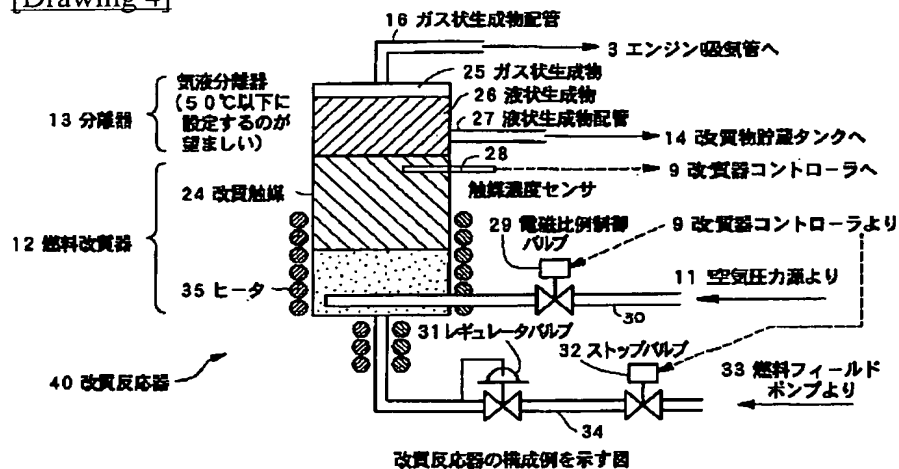
着火制御の手順を示す図

[Drawing 3]



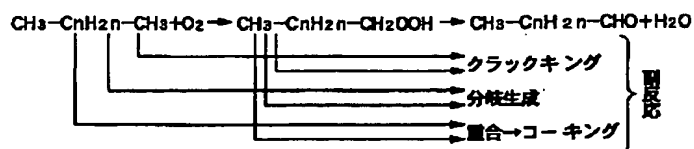
実施形態の構成例を示す図

[Drawing 4]



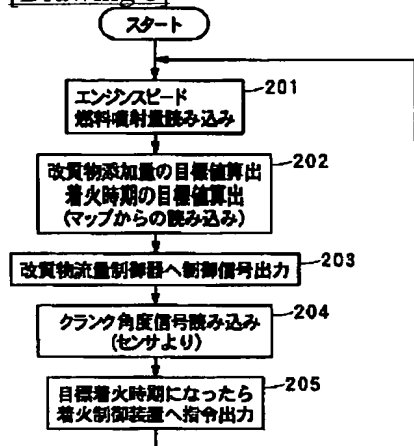
改質反応器の構成例を示す図

[Drawing 5]



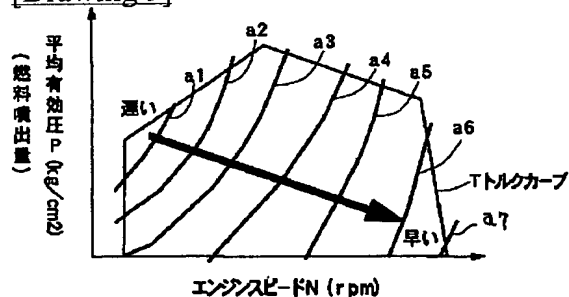
主要な改質反応を説明する図

[Drawing 8]



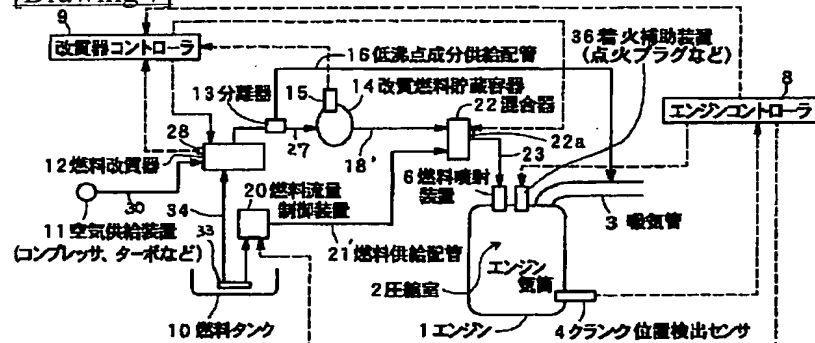
着火制御の手順を示す図

[Drawing 9]



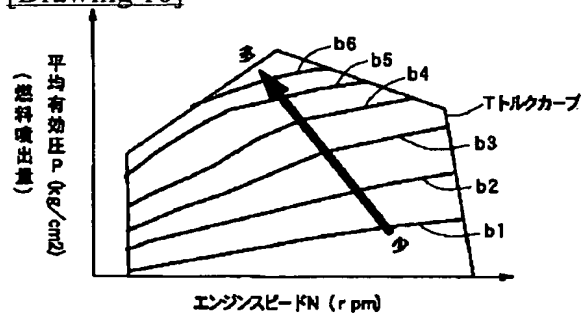
目標着火時期を求めるマップを示す図

[Drawing 7]



実施形態の構成例を示す図

[Drawing 10]



着火抑制改質物質の燃料に対する供給割合を求めるマップを示す図

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.